

## 도시지역 물이용 및 홍수재해 저감을 위한 빗물저류방안에 대한 연구

김 갑 수\* · 양 지 희\*\*

### A Study on Rainwater Storage Methodology for Rainwater Utilization and Preventing Flood Damage

Kap-Soo Kim\* · Jihee Yang\*\*

**요약 :** 빗물을 모아 생활용수, 조경용수, 소방용수 등으로 이용하는 것은 수자원의 확보는 물론 침수피해 방지에 대처할 수 있는 관리대책으로 인식되고 있다. 본 연구에서는 매년 발생되고 있는 집중호우 및 태풍으로 인한 수해피해를 방지하고 빗물을 적극적으로 활용하기 위하여 택지 및 주택유형별 등 저류 가능용량에 대하여 검토하였다. 얻어진 결론은 다음과 같다. 학교용지, 공원, 체육용지의 각각 저류용량은 2,215천 $m^3$ , 889천 $m^3$ , 73,884 $m^3$ 이며, 단독주택의 경우 하루 712,671 $m^3$ 의 빗물저류가 가능하며, 아파트의 경우 건폐율 20%, 25%, 30%에 따라 각각 961,421 $m^3$ , 1,201,800 $m^3$ , 1,442,161 $m^3$ 의 빗물 저류가 가능하다. 1년중 빗물을 단독주택 및 아파트에서 30% 정도인 110일을 수돗물 대체용수로 정원용수, 청소용수 등으로 사용하는 경우 적게는 184,150천 $m^3$ 에서 많게는 237,032천 $m^3$ 의 수돗물 절약을 기대할 수 있다. 한편, 학교에서 빗물을 화장실용수로 사용할 경우 학생 1인당 사용량을 10ℓ로, 빗물의 수돗물 대체비율을 30%로 가정하면 빗물 사용일수는 110일로서 대체용수는 163,352만ℓ/년이 된다. 즉, 빗물이용에 따른 1년간 수돗물 절약 및 상수요금은 각각 1,634천 $m^3$ 과 10.6억원 정도가 가능할 수 있다.

**주제어 :** 침수피해, 빗물, 빗물저류, 빗물이용

**ABSTRACT :** The uses of rainwater for living, gardening and fire fighting are needed. The rainwater is recognized as the most appropriate alternative to secure water resources and prevent floods under the present condition such as the damage of floods. This paper studied the possible rainwater storage capacity of each housing site and house type to prevent flood damages caused by severe torrential rain and typhoons every year. The findings and conclusion of this paper are as follows: The rainwater storage capacity is 2,215,000 $m^3$ , 889,000 $m^3$ , 73,884 $m^3$ , respectively, for each site of school, park and play ground. The rainwater of 712,671 $m^3$  can be stored in the independent houses in Seoul for a day while the apartments can store up to 961,421 $m^3$ , 1,201,800 $m^3$ , 1,442,161 $m^3$  in the case of 20%, 25%, 30% of the building-to-land ratio, respectively. When

\* 서울시정개발연구원 도시환경연구부 선임연구위원(Senior Research Fellow, Department of Urban Environment, Seoul Development Institute)

\*\* 서울시정개발연구원 도시환경연구부 연구원(Researcher, Department of Urban Environment, Seoul Development Institute)

the rainwater is used as a garden water, cleaning water instead of tap water for 110 days of a year, it can be saved 184,150 thousand  $m^3$  at least, 237,032 thousand  $m^3$  at a maximum. If a student uses 10  $\ell$  of rainwater as toilet water instead of tap water at 30%, it can be saved up to 1,633,520 thousand  $\ell$ /year. This means that the amount of tap water can be saved more 1,634 thousand than before as well as the charge of tap water can be reduced as much as 10.6 hundred million won if the rainwater is used.

**Key Words** : flood damages, rainwater, rainwater use, rainwater storage

## I. 서론

최근의 이상기후 현상과 국지성 호우로 매년 홍수에 의한 서울시의 침수피해가 반복되고 있는 실정이다(〈사진 1〉 참조). 이러한 홍수는 그 피해가 점차 대형화되고 있으며, 이와 더불어 급격한 도시화·집중화 현상에 따른 포장지표면의 확대로 빗물의 유출량이 하천의 우수수용한계를 넘어서 그 피해의 위험성이 커지고 있다.



〈사진 1〉 2001년 서울시 침수피해

이제까지 빗물은 하수도를 통해 배제시키는 것에 치중하여 하천과 하수도를 개·보수하고 빗물배제용 펌프장을 건설하는데 치중하여 왔으나, 기상이변과 도시개발로 시설용량이 부족하게 되고 홍수피해는 계속 반복되고 있어 근본적인 또는 추가적인 대책이 없다면 피해는 더욱 심각해질 것으로 전망되고 있다.

따라서, 침수피해에 대처하기 위해서는 빗물을 모아 생활용수, 조경용수, 소방용수 등으로 이용하는 것은 수자원의 확보는 물론 홍수의 예방 방안으로 대처할 수 있는 관리대책이 될 수 있을 것이다.

특히 우리나라는 수자원 특성상 연도별, 지역별, 계절별 강수량의 변화 폭이 커서 물관리에 매우 불리한 여건을 가지고 있다. 한반도의 연평균 강수량은 1,283mm로 세계 평균 강수량 973mm의 1.3배가 넘는 규모이나 인구밀도가 473인/km<sup>2</sup>인 세계 3위의 고밀도 국가이기 때문에 국민 한사람당 연강수량(2,705m<sup>3</sup>)은 세계평균 26,800m<sup>3</sup>의 10%에 불과하여 UN의 인구행동연구소(PAI)에서도 물부족국가로 분류하고 있다. 더욱이 1년 중 강수량의 3분의 2가 여름철인 6~9월에 집중되어 있을 뿐 아니라, 하천의 길이가 짧고 경사가 급하여 대부분 바다로

유실되고 있어 <표 1>과 같이 전체 수자원 총량 1,276억㎥중 26.5%에 해당하는 338억㎥만이 용수로 이용되고 있는 형편이다.

<표 1> 물 수급 전망

(단위 : 백만㎥)

구분 \ 년도	2001	2006	2011	2016	2020	비고
○용수수요량	33,741	34,728	36,998	37,437	37,791	
-생활용수	7,219	7,550	8,644	8,815	8,915	
-공업용수	3,345	3,695	4,031	4,299	4,553	
-농업용수	15,629 (22,905)	15,746 (22,868)	15,955 (23,441)	15,955 (23,441)	15,955 (23,441)	
-유지용수	7,548	7,737	8,368	8,368	8,368	
○용수공급량	33,801	34,626	35,162	35,169	35,158	
-하천수	15,877	16,110	16,481	16,314	16,120	
-지하수	3,153	3,311	3,476	3,650	3,833	
-댐공급량	14,771	15,205	15,205	15,205	15,205	
○과부족량	+60	△102	△1,836	△2,268	△2,633	

- 주 : 1. 과부족량은 수요관리 절감량을 고려한 것임  
 2. 농업용수의 ( )의 수치는 강수량에서 직접 이용되는 유효우량을 포함한 수요량임  
 3. 제주도, 울릉도를 제외한 4대 권역임

본 연구에서는 매년 발생되고 있는 수해피해를 감소시키고 빗물을 적극적으로 활용하기 위하여 학교, 공원 등의 저류 가능용량에 대하여 검토하였다. 또한 빗물이용 장려를 위한 제도적, 기술적 방안등에 대해서도 제시하였다.

## II. 강우특성, 침수피해 및 원인분석

### 1. 최근 10년간의 서울시 강우특성

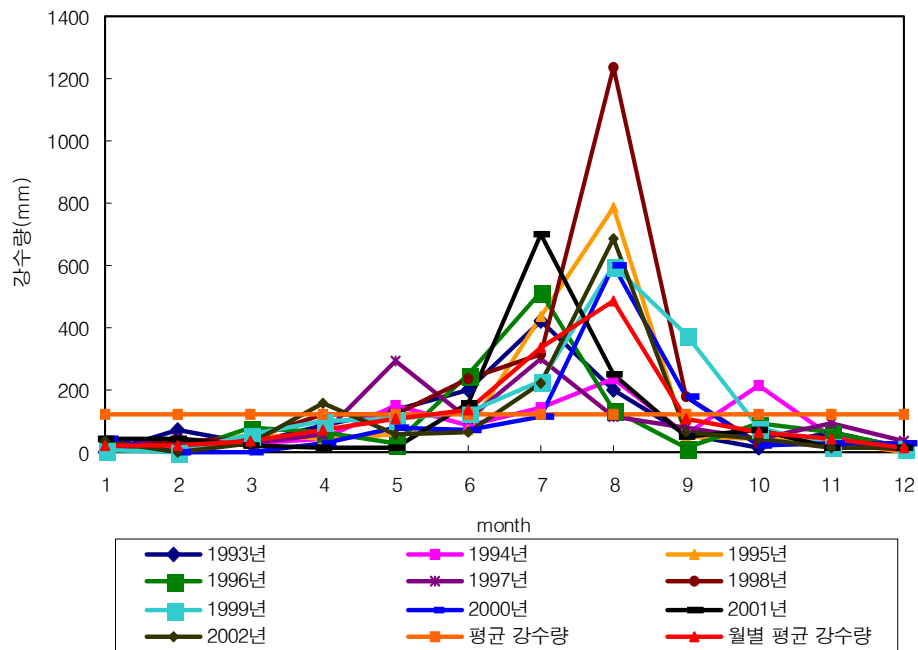
기후특성상 여름철인 6~9월 사이에 집중호우가 발생하여 총 빗물의 2/3 정도의 비율을 차지하여 연 강수량에 크게 영향을 미친다. 최근 이상기후 현상과 국지성 집중호우로 서울과 같은 밀집형 도시에 큰 홍수피해를 입히고 있다. <표 2>에 나타난 바와 같이 서울시의 10년 평균 강수량은 1445.7mm이며, 6~9월이 1069.5mm로서 전체 강수량의 74%가 이 기간에 집중되고

<표 2> '93~'02 서울시 강수량

(단위 : mm)

月	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	평균
1월	2.2	6.5	11.6	16.3	16.8	10.4	10.2	42.8	39.4	37.4	19.4
2월	69.5	14.8	5.2	1	39.6	32.3	2.9	2.1	45.7	2.4	21.6
3월	29.2	31.7	60.6	77.9	25.3	45.1	55	3.1	18.1	31.5	37.8
4월	85.5	44.9	44.4	62	56.1	120.2	97.2	30.7	12.3	155.1	70.8
5월	135.7	152.4	60.6	29.3	291.3	121.5	109.7	75.2	16.5	58	105.0
6월	198.2	85	70.7	249.7	110	234.1	131.8	68.1	157.4	61.4	136.6
7월	424.4	139.5	436.1	512.8	299.6	311.8	230.4	114.7	698.4	220.6	338.8
8월	197.8	232.7	786.6	132.4	117.2	1237.8	600.5	599.4	252	688	484.4
9월	56.1	60.7	47.2	11	76.9	177.9	377.3	178.5	49.3	61.1	109.6
6~9월 합계	876.5 (67.8%)	517.9 (49.0%)	1340.6 (83.9%)	905.9 (72.1%)	603.7 (50.0%)	1961.6 (83.5%)	1340 (77.3%)	960.7 (81%)	1157.1 (83.5%)	1031.1 (74.3%)	1069.5 (74%)
10월	15.4	214.5	39.3	90.3	45.5	27.4	81.6	18.1	68.2	45	64.5
11월	66.6	49.6	32.9	62.9	93.8	26.9	19.5	27.1	13	12.5	40.5
12월	12.1	23.5	3.4	11	38.1	3.7	17	27	15.7	15	16.7
합	1292.7	1055.8	1598.6	1256.6	1210.2	2349.1	1733.1	1186.8	1386	1388	1445.7
평균	107.7	88.0	133.2	104.7	100.9	195.8	144.4	98.9	115.5	115.7	120.5

\* 강수량자료출처 : 기상청



〈그림 1〉 과거 10년(1993~2002년) 서울시 강수량 추이

있다. 특히 1994년 및 1997년에 각각 49%, 50%의 강수량을 나타내었으나 다른 해에는 67.8~83.9%로서 연간 강수량의 2/3가 6~9월에 집중되는 것을 알 수 있다(〈그림 1〉 참조).

## 2. 최근 10년간 전국의 홍수피해 현황

〈표 3〉은 최근 10년간 전국의 홍수 피해현황(1992~2001)이다. 즉, 총 1,058명이 사망하였으며 이재민도 167,255명이나 되었고 침수면적도 490,679ha이다. 한편, 〈표 4〉와 같이 서울지역의 지난 22년간(1980~2001년)의 홍수피해 규모를 살펴보면 피해액 1위는 '98년도 약 514억원, 2위는 '01년도 약 217억원, 3위는 '84년도 203억원으로 나타났으며, 사망자수 1위는 '84년 41명, 2위는 '01년도 40명, 3위는 '87년도 39명

으로 조사되었다. 한편, 건물피해 동수에 있어서 1위는 '01년도 약 94,375동, 2위는 '98년 약 40,386동, 3위는 '84년 약 34,964동으로써 '01. 7월 홍수피해의 규모가 가장 크게 나타났다.

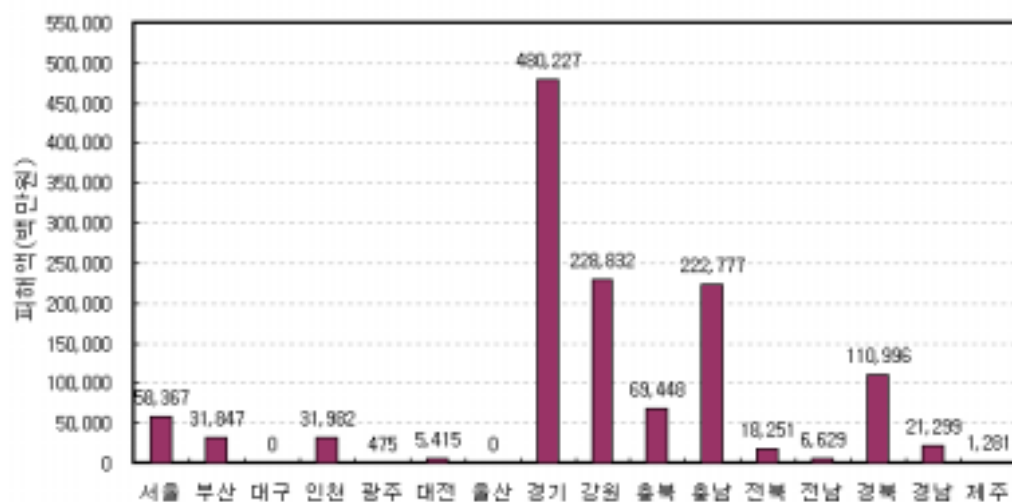
〈그림 2〉는 '01년 자연재해 피해액을 시도별로 비교한 것으로써 경기도지역에서의 피해액 약 4,802억원은 전체 피해액의 약 38.2%를 차지하였으며, 이어서 강원도지역은 약 2,288억원으로 전체 피해액의 약 18.2%를 차지하였다. 한편 서울지역은 약 584억원으로 경기, 강원, 충남, 경북, 충북지역에 이어 6번째 피해를 입었으며 전체 피해액의 약 4.6%를 차지하였다. 이는 서울지역에서의 호우 집중도가 낮아서이기 보다는 타 지역보다 하천제방과 배수계통 및 빗물펌프장 등의 수방시설이 상대적으로 잘 갖추어졌음에 연유한 것으로 판단된다.

〈표 3〉 최근 10년간 전국의 피해액 현황(1992~2001년)

(단위 : 백만원)

구분	금액적용	사망(인)	이재민(인)	침수면적(ha)	건물	농경지	공공시설	기타	합계
10년 합계	2001 환산	1,058	167,255	490,679	132,274	330,112	4,733,677	1,614,512	6,810,575
10년 평균	2001 환산	106	16,726	49,068	13,227	33,011	473,368	161,451	681,057
1992	2001 환산	40	965	13,968	130	1,859	20,112	10,074	32,175
	당해년도				97	1,390	15,039	7,533	24,059
1993	2001 환산	69	13,779	58,489	1,544	13,259	202,064	42,772	259,639
	당해년도				1,172	10,066	153,404	32,472	197,114
1994	2001 환산	72	11,852	6,276	714	14,033	111,208	70,782	196,737
	당해년도				557	10,940	86,697	55,181	153,375
1995	2001 환산	158	30,408	79,254	6,075	74,767	532,019	123,551	736,411
	당해년도				4,959	61,034	434,301	100,858	601,152
1996	2001 환산	77	18,686	47,967	17,768	64,202	397,071	94,346	573,388
	당해년도				14,969	54,087	334,512	79,482	483,050
1997	2001 환산	38	6,296	45,773	2,148	12,695	167,194	36,125	218,162
	당해년도				1,880	11,109	146,312	31,613	190,914
1998	2001 환산	384	30,308	91,624	39,323	107,217	1,249,813	215,403	1,611,756
	당해년도				38,617	105,291	1,227,367	211,535	1,582,810
1999	2001 환산	89	26,656	75,948	42,176	25,160	983,142	217,859	1,268,337
	당해년도				40,558	24,195	945,421	209,500	1,219,674
2000	2001 환산	49	3,665	53,438	11,596	6,559	540,602	99,045	657,802
	당해년도				11,378	6,436	530,452	97,185	645,451
2001	2001 환산	82	24,640	17,942	10,800	10,361	530,452	704,555	1,256,168
	당해년도				10,800	10,361	530,452	704,555	1,256,168

자료 : 서울특별시, 『2001 수해백서』, 2002.



〈그림 2〉 2001년 시도별 자연재해 피해현황

## 3. 서울시 침수피해 현황

서울지역의 1980년부터 2001년까지의 홍수 피해는 <표 4>와 같다. 엄청난 인명 및 재산상의 피해를 입은 것을 알 수 있다. 특히, 1984년, 1987년, 1990년, 1998년, 1999년, 2001년에 큰 피해를 입었다.

2001년에는 집중호우가 서울지역에 7월 14일~15일과 7월 22일~23일, 7월 29일~8월 1일 등의 3회 발생하였으나, 특히 7월 14일~15일의 호우에 의하여 1시간 최대 약 99.5mm의 집중호우가 발생하여 서울지역이 침수피해를 크게

입었다. 2001년 7월의 집중호우는 국지성이 매우 강하여 7월 14일 밤부터 15일 오전 사이에 서울·경기도지역의 강수량분포가 30~310mm로 지역편차가 매우 크다. 강수량을 각 지역별로 살펴보면 중랑구가 351mm로 가장 많았으며 강서구가 120mm로 가장 적었고, 특히 300mm 이상 내린 구역은 한강과 중랑천을 중심으로 한 지역으로 용산구, 서초구, 강남구, 성동구, 광진구, 동대문구, 중랑구, 노원구 부근 일대이다. <그림 3>은 2001년 서울시 침수피해 지역을 나타낸 것이다.

2001년 서울시의 침수피해 현황을 나타내면

<표 4> 서울지역의 홍수피해(1980~2001년)

(단위 : 백만원)

구분	피해 총액	이재민	인명 피해	사망	부상	실종	건물 피해동수	건물 피해액	선박 피해액	농경지 피해액	농작물 피해액	공공시설 피해액	기타 피해액
1980	24		2		2		4	2				15	7
1981	188	328	8	2	1	5	111	4			153	3	28
1982	15	49	3	1		2	131	3				9	3
1983	188	99	11	5	6		123	7		2	3	163	13
1984	20,274	289,804	95	41	52	2	34,964	3,084		184		9,249	7,757
1985	173	73	14	3	11		282	20			2	92	59
1986	287		6	3	3		14	7				252	28
1987	19,002	34,926	109	39	68	2	311	376		38	3,408	4,724	10,456
1988	16	30	2		2		6	15					1
1989	20						3	1				5	14
1990	10,764	93,133	71	31	27	13	17,981	1,304	743	22	51	8,179	465
1991	261	17	19		16	3	275	34			-	136	91
1992	40	7	1	1			97	1			-	35	4
1993	8		2	2			96				-	5	3
1994											-		-
1995	4,312		5	3	1	1	17	14			-	4,026	272
1996	37		7	2	5		2,213	31			-	4	2
1997	462	161					241	149			-	32	281
1998	51,396	2,287	61	24	37		40,386	900		53		27,028	23,415
1999	10,510	1,823	3		3		716	311		-		9,570	629
2000	878		5		5		200	82				671	125
2001	21,678	338	144	40	104		94,375	2,929		14		18,735	

- 주 : 1. 자료 : 통계청 및 서울특별시 치수과  
 2. 피해액은 당해연도 가격기준임  
 3. 1989년 이후는 농작물 피해액이 포함안됨



재질 및 용량 등에 대하여 검토하고자 한다.

### 1. 집수장소(집수면)

유효 집수면적과 집수면의 재질이 집수효율과 수질에 영향을 미친다. 집수면의 재질은 무독성이어야 하고 수질을 저하시키는 물질이 포함되어서는 안된다. 빗물의 집수장소는, 원칙적으로 빗물을 오염시키지 않는 지붕면이 유리하다. 지붕면에서 집수를 택하는 가장 큰 이유는 가능한 한 오염이 적은 빗물을 집수하여 빗물의 처리비용을 낮게 하기 위함이다. 예를 들어, 오염도가 높은 도로면에서 빗물을 집수할 경우, 처리 설비가 복잡하게 되고 처리비용이 상승하게 된다.

따라서 집수면에 페인트칠이나 코팅도 가능한 한 피해야 한다. 만약 페인트칠이나 코팅을 해야 한다면 무독성 페인트만을 사용해야 하며 납, 크롬, 아연을 원료로 한 페인트는 절대로 사용해서는 안된다. 집수면은 주기적으로 청소하여 먼지나 낙엽, 새의 배설물 등을 제거함으로써 박테리아성 오염을 최소화하고 집수된 물의 수질을 좋게 유지해야 한다.

### 2. 빗물 저류조의 재질 및 용량

집수된 빗물의 저류조는 지상이나 지하에 설치되거나 건물의 일부분으로 별도로 건설될 수도 있다. 일반적으로 빗물 저류조의 재질은 불활성물질로 철근 콘크리트, 유리섬유, 폴리에틸렌과 스테인레스 스틸이 그 재질로써 적당하다. 폴리에틸렌 저류조의 경우 세척이 쉽

고 파이프 연결용 구멍을 만들기 쉽다.

저류조 내에는 다른 환경적 오염물(낙엽, 새나 동물의 배설물, 곤충 등)이 들어가지 않도록 주의해야 한다. 또한 빗물 저류조는 주기적으로 점검 및 청소를 행하거나, 바닥을 경사지에 설계하여 침전물의 수집과 배제를 쉽게 할 수 있도록 한다.

빗물저류조의 크기는 보통 집수면적과의 관계에 의해 결정된다. 즉,

$$\begin{aligned} & \text{빗물저류조의 용량(m}^3\text{)} \\ & = \text{집수면적(m}^2\text{)} \times \text{계수 } C(\text{m}) \end{aligned}$$

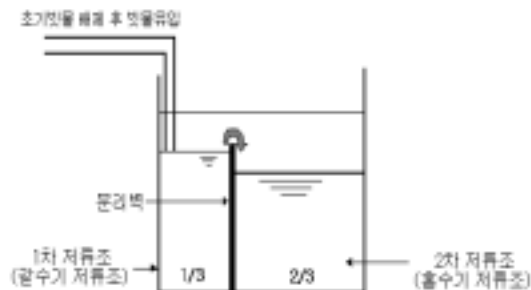
이 식에서 계수 C는 빗물의 강우 형태의 차이 등 지역성을 고려한 수치가 될 수 있지만, 과거의 실적 등에 의해 전국 어디에서도 같은 값을 사용한다. 일본의 경우 0.1로 정하고 있으며 우리나라의 경우 수도법에서  $C = 0.05$ 로 규정하고 있다. 예를 들면, 대지 50평 단독주택의 경우 건폐율을 60%로 하고 건물면적이 30평으로 적합한 빗물저류조 크기를 계산하면  $30\text{평} \times 3.3 \times 0.05\text{m} \approx 5\text{m}^3$ 가 된다. 이 용량을 확보하면 집수면에 내린 빗물의 40% 정도를 유효하게 이용할 수 있다. 이처럼 유효하게 이용할 수 있는 비율을 빗물이용률이라 한다. 비가 내리지 않는 기간을 고려하여 실제 계산값보다 약 2배 크게 건설하는 것이 빗물 이용에 효과적이며, 실제로 우리나라에서 적용된 사례를 검토하면 저류조용량은 2~3배 정도 크기이다. 한편, 일본에서는 0.1(100mm)을 곱하여 저류조 용량을 산정하고 있으나, 실제 적용된 사례조사에서 2~3배 정도 큰 것이 확인되었다.



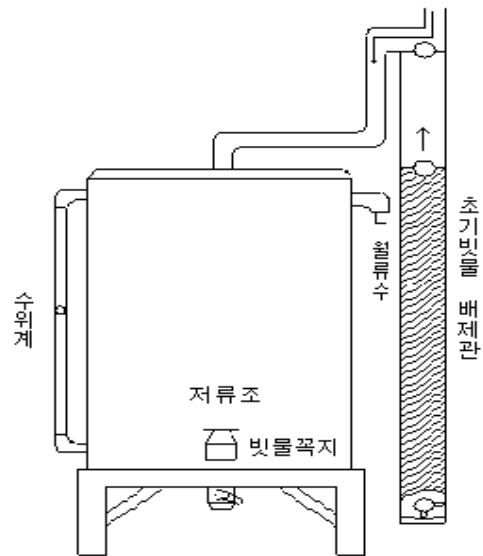
따라서, 일본과 한국의 강우특성을 비교검토하면 한국은 6~9월까지의 집중강우확률이 높아 일본의 50%인 0.05를 곱하여 저류조 용량을 산정하는 것으로 수도법은 제시하고 있다.

### 3. 빗물저류조 형태

서울시의 강우는 6~9월에 70% 이상이 집중되는 서울시의 경우, <그림 4>와 같이 빗물저류조를 분할하여 갈수·홍수기 빗물을 저류함으로써 수질저하를 방지하는 효과가 있을 것으로 판단된다. 즉, 저류조를 갈수기와 홍수기로 분할하여 저류조 용량의 1/3은 평상시 정원용수, 청소용수 등으로 이용하고, 홍수시는 2차저류조에 빗물을 저류시켜 방재적 측면의 홍수 예방에 활용하고 저류된 빗물은 청천시에 가까운 하천 또는 하수관거로 배제시킨다. 물론 2/3용량의 저류된 빗물도 잡용수용도가 있는 경우에는 잡용수로 활용을 도모한다. 빗물이 들어가는 우수관 앞단에는 초기 빗물을 반드시 배제시킬 수 있는 <그림 5>와 같은 초기 빗물 배제관을 설치하여 초기 빗물의 유입에 의한 수질 저하를 방지한다.



<그림 4> 한국형 분할식 빗물저류 시스템



<그림 5> 간단한 초기빗물 배제시스템 저류조

### 4. 빗물의 수질

빗물의 수질은 집수면의 특성과 관계가 깊다. 원래 깨끗한 빗물의 수질은 증류수의 수질과 비슷하다. 서울과 같은 도시의 경우 지상에서 배출된 유해가스와 집수면에 의해 빗물이 오염될 수 있으나, 초기빗물을 배제시킬 수 있는 장치를 설치하여 그 오염을 최소화 할 수 있다. 빗물의 수질은 지역, 계절, 대기오염 상황 등에 의해 다르고, pH가 약간 산성을 나타내는 것이지만 일반적으로 깨끗하다. 한국건설기술연구원에서 입수된 미공개자료로 여러 집수면으로부터 유출된 빗물을 채취하여 성상을 분석한 수질결과는 <표 6>과 같다.

〈표 6〉 빗물 집수장소에 따른 수질측정 결과 (n=5)

항 목		직접집수	일반집수면	처리집수면	도로변	주차장	녹화면1	녹화면2	운동장
pH	평균	5.6	6.9	7.1	7.4	7.8	7.8	6.5	6.9
	최소	4.8	6.6	6.9	7.2	7.7	7.3	6.2	6.2
	최대	6.6	7.3	7.5	7.6	7.8	8.1	6.8	7.7
전기전도도 (uS/cm)	평균	13.9	28.5	33.7	52.6	106.7	167.5	84.3	110.1
	최소	4.7	14.5	13.4	20.9	59.0	76.1	77.6	59.0
	최대	19.6	41.0	62.6	89.4	240.0	213.0	101.3	186.9
Turbidity (NTU)	평균	1.0	2.2	5.2	36.8	18.2	2.8	2.8	6.3
	최소	0.0	0.0	2.0	6.0	9.0	0.0	1.0	4.0
	최대	3.0	5.0	8.0	77.0	36.0	8.0	5.0	10.0
Color	평균	3.5	8.0	6.8	22.5	11.0	242.5	258.8	33.5
	최저	20.	4.0	3.0	6.0	3.0	160.0	165.0	19.0
	최대	6.0	11.0	11.0	44.0	25.0	316.0	346.0	55.0
Fe (mg/L)	평균	0.02	0.02	0.02	0.06	0.05	0.06	0.12	0.05
	최소	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00	0.01	0.04
	최대	0.03	0.03	0.03	0.12	0.14	0.22	0.20	0.06
Cu (mg/L)	평균	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.17	0.18	0.05
	최소	0.02	0.02	0.04	0.01	0.05	0.03	0.06	0.04
	최대	0.04	0.05	0.08	0.12	0.18	0.36	0.25	0.06
Zn (mg/L)	평균	0.09	0.08	0.12	0.08	0.09	0.14	0.17	0.06
	최소	0.05	0.06	0.07	0.05	0.06	0.07	0.06	0.05
	최대	0.14	0.10	0.18	0.12	0.15	0.26	0.36	0.09
Al (mg/L)	평균	0.12	0.10	0.08	0.12	0.18	0.07	0.18	0.07
	최소	0.01	0.03	0.02	0.06	0.09	0.05	0.09	0.02
	최대	0.29	0.16	0.17	0.19	0.39	0.11	0.27	0.18
T-N (mg/L)	평균	0.60	0.80	1.00	1.20	0.80	1.60	3.00	0.25
	최소	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00
	최대	1.00	1.00	3.00	3.00	2.00	4.00	4.00	1.00
T-P (mg/L)	평균	0.22	0.21	0.20	0.18	0.27	1.18	1.00	0.54
	최소	0.08	0.07	0.06	0.07	0.07	0.90	0.32	0.31
	최대	0.53	0.40	0.37	0.42	0.66	1.44	1.58	0.80
NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	평균	0.42	0.46	0.52	0.52	0.72	1.68	1.44	0.38
	최소	0.20	0.20	0.30	0.20	0.60	0.60	0.60	0.30
	최대	0.60	0.70	0.90	0.90	0.90	2.10	2.00	0.40
NH <sub>3</sub> -N (mg/L)	평균	0.29	0.53	0.32	0.18	0.13	0.88	1.17	0.15
	최소	0.25	0.08	0.04	0.01	0.04	0.37	0.60	0.05
	최대	0.33	0.89	0.62	0.31	0.28	1.11	1.44	0.34
일반세균 (ml <sup>-1</sup> )	평균	145	351	328	430	223	341	271	473
	최소	10.0	92.0	103	201	43.0	224	194	233
	최대	342	896	813	578	344	459	449	846

\* 직접집수 : 직접 강우되는 우수를 수집, 일반집수면 : 실제 건축물에 설치된 콘크리트 집수면 (방수처리)  
 처리집수면 : 위의 일반집수면 표면에 TiO<sub>2</sub> 광촉매층을 형성시킨 수처리 기능형 집수면  
 도로변 : 한국건설기술연구원 내 도로, 주차장 : 한국건설기술연구원 내 노상 주차장  
 녹화면1 : 실제 건물 지붕에 설치한 녹화장치(수위실), 녹화면2 : 실제 건물 지붕에 설치한 녹화장치(본관)  
 운동장 : 한국건설기술연구원 내 잔디축구장

## 1) 탁도(Turbidity)

탁도의 경우는 도로변 및 주차장에서 유출된 도로배수의 경우가 가장 높게 나타났다. 즉, 자동차 배출가스, 타이어가루 등 오염된 노면이 강우에 유출되면서 탁도가 높게 나타나는 것으로 판단된다. 그러나, 일반집수면 등 다른 장소에서는 10NTU 미만으로 그다지 높지 않은 값을 나타내고 있으나, 조경용수, 살수용수, 화장실용수, 세차용수, 청소용수 등으로 활용하기 위해서는 오염된 초기강우를 중수도 시설기준인 2NTU 이하로 초기빗물배제관이나 망(스틸)등에 의해 빗물을 처리한 후 이용하여야 할 것이다.

## 2) 전기전도도

전기전도도의 경우에는 주차장, 녹화면1 및 잔디운동장의 경우가 특히 높게 나타났다.

## 3) 중금속류 (철)

철의 경우 직접강우나 실제건축물에 설치된 콘크리트 집수면과 일반집수면표면에  $\text{TiO}_2$  광촉매층을 형성시킨 수처리기능형 집수면에서는 음용수 수질기준치 0.3mg/L보다 상당히 낮은 값을 나타내고 있다. 상대적으로 높은 값을 나타내는 녹화면 등에서도 음용수 수질기준 0.3mg/L보다 낮은 값을 나타내고 있다.

한편, 구리, 아연 및 알루미늄의 빗물 수질분석치는 모든 장소에서 낮은 값을 나타내고 있다. 즉, 평균치로는 <표 7>에서 나타난 먹는물 수질기준치보다 상당히 낮은 값이므로 중금속에서는 조경용수 등의 잡용수로 이용하는데 수질은 문제가 없는 것으로 판단된다.

&lt;표 7&gt; 먹는물 수질기준

항 목	기 준
pH	5.8~8.5
Turbidity (NTU)	0.5 NTU이하
Color	5도 이하
Fe (mg/L)	0.3 mg/L 이하
Cu (mg/L)	1 mg/L 이하
Zn (mg/L)	1 mg/L 이하
Al (mg/L)	0.2 mg/L 이하
$\text{NO}_3\text{-N}$ (mg/L)	10 mg/L 이하
$\text{NH}_3\text{-N}$ (mg/L)	0.5 mg/L 이하
일반세균( $\text{ml}^{-1}$ )	100 CFU/ml 이하

자료 : 서울특별시 상수도사업본부, 『상수도 통계연보』, 2002.

## 4) 총질소

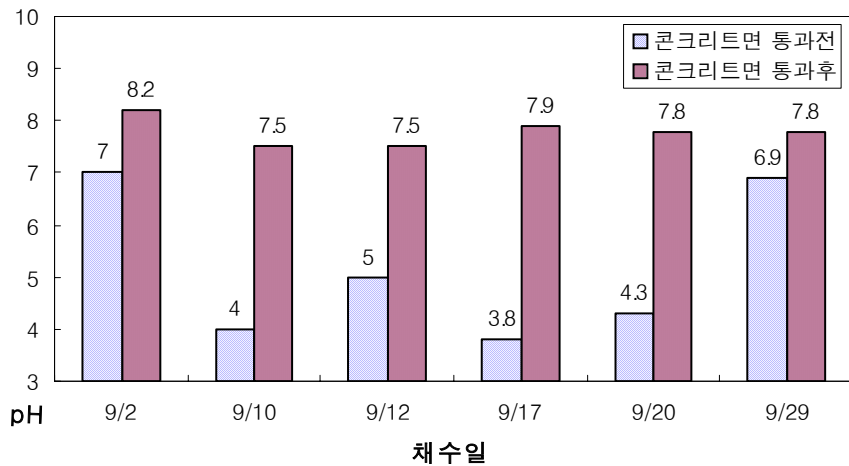
총질소의 경우 녹화면1, 2 모두 최대치 4mg/L로서 직접집수의 4배정도 높은 것을 알 수 있다. 그러나 팔당호수와 같은 하수처리장 특별청정지역 방류수 수질기준 20mg/L보다 낮은 값으로 잡용수로 활용하기에는 문제가 없는 것으로 판단된다.

## 5) 총인

총인의 경우에는 직접집수수질과 비교하여 총질소와 같이 녹화면 유출수에서 약 3배 정도 높게 나타났다. 그러나 하수처리장 특별 청정 지역 방류수 수질기준 2mg/L보다 낮은 값으로 청소용수 등의 잡용수로 이용하는 데는 문제가 없는 것으로 판단된다.

## 6) pH

pH 5.6 이하를 나타내는 산성비의 경우, 옥상 등의 콘크리트면을 통과하면 일반적으로 pH가 중성으로 변화되어 빗물이용시설에 대한



〈그림 6〉 콘크리트면 통과전후의 빗물 pH 변화

산성비의 영향을 특별히 고려할 필요는 없다. 그러나 산성비가 빗물이용 시설에 미치는 영향으로 장기이용에 의한 콘크리트의 중성화 및 금속의 부식 등이 발생할 수 있기 때문에, 수조 및 배관 등의 점검을 계속하여 산성비의 영향을 상시 파악할 필요가 있다. 〈그림 6〉은 콘크리트면 통과전후의 빗물의 pH 변화를 그래프로 나타낸 것이다.

지금까지 한국건설기술연구원에서 5회에 걸친 여러 집수장소별 빗물수질 측정결과, 〈표 7〉의 먹는물 수질기준과 빗물의 직접집수면, 일반집수면, 처리집수면의 빗물수질을 비교하여 검토해보면 비교적 깨끗한 것을 알 수 있다. 특히 철(Fe), 구리(Cu), 아연(Zn), 알루미늄(Al),  $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{NH}_3\text{-N}$ 의 빗물수질은 먹는물 수질기준보다 상당히 낮은 것을 알 수 있다. 즉, 빗물의 직접집수 및 일반집수면에 떨어지는 빗물은 일반적으로 깨끗한 것을 알 수 있다. 단 탁도(Turbidity)값이 먹는물 수질기준인 0.5NTU 이하보다 평균값이 각각 1.0, 2.2 및

5.2NTU로 조금 높은 것을 알 수 있다. 또한, 일반세균값도 먹는물 수질기준 100CFU/ml와 비교하여 평균치로써 각각 145, 351, 328CFU로서 다소 높은 것을 알 수 있다. 따라서 탁도 및 일반세균 등의 수질문제로 음용수로는 부적합하지만 저류조 및 탱크에 부착된 간단한 초기강우 장치 및 스크린, 망, 모래여과시설 등으로 깨끗한 빗물을 정원용수 등의 잡용수로 활용이 가능하다고 판단된다.

즉, 지붕면으로부터 집수되는 빗물이 장기간 저류되는 경우에도 낙엽 등과 같은 이물질이 유입되지 않으면 유기물이 없어 균의 이상증식이 억제되어 빗물의 수질은 저하되지 않는 것으로 보고되고 있다. 다만, 항상 깨끗한 수질을 유지하기 위하여 초기우수 대책을 위한 〈그림 5〉와 같은 초기빗물배제관과 〈그림 7〉과 같은 micro strainer, 망(스틸), 필터, 급속모래여과시설 등의 장치 설치가 필요하다.

참고로 빗물배제관의 초기강우제거시간 및 양은 빗물수질에 따라 틀리지만, 집수면에 떨어



고 빗물의 저류 가능용량을 개략적으로 살펴보면 <표 9>와 같다.

<표 8> 지역내 저류시설의 이용가능수심 및 저류단위면적당 방류량

저류시설		이용가능수심 (mm)	저류단위면적당 방류량 ( $\text{m}^3/\text{sec} \cdot \text{km}^2$ )
주차장저류		100	2
공원저류	근린공원	300	1.5
	아동공원	200	2
학교운동장저류	초등학교	300	3
	중학교	300	
	고등학교	300	

자료 : 일본건설성, 주택단지토목설계요령(안), 우수유출억제시설편, 1987

<표 9> 서울시 토지지목별 현황 및 빗물집수 가능용량(2001)

	학교용지		공원		체육용지	
	현황 (천 $\text{m}^2$ )	집수가능용량 (천 $\text{m}^3$ )	현황 (천 $\text{m}^2$ )	집수가능용량 (천 $\text{m}^3$ )	현황 ( $\text{m}^2$ )	집수가능용량 ( $\text{m}^3$ )
서울특별시	22,155	2,215	8,890	889	738,836	73,884
종로구	854	85	255	25	-	-
중구	388	38	308	30	97,352	9,735
용산구	507	50	32	3	485	49
성동구	825	82	77	7	-	-
광진구	1,027	102	643	64	-	-
동대문구	993	99	105	10	-	-
중랑구	594	59	126	12	-	-
성북구	1,518	151	35	3	-	-
강북구	404	40	59	5	-	-
도봉구	589	58	94	9	-	-
노원구	2,414	241	620	61	-	-
은평구	484	48	56	5	5,104	510
서대문구	2,097	209	223	22	-	-
마포구	570	57	46	4	-	-
양천구	734	73	401	40	151,533	15,153
강서구	815	81	804	80	37,856	3,786
구로구	615	61	169	16	-	-
금천구	268	26	119	11	14,105	1,411
영등포구	503	50	149	14	-	-
동작구	943	94	495	49	1,714	171
관악구	897	89	220	22	9,498	950
서초구	796	79	594	59	-	-
강남구	1,426	142	1,100	110	6,908	691
송파구	1,206	120	1,588	158	414,280	41,428
강동구	688	68	572	57	-	-

즉, 학교용지, 공원, 체육용지의 각각 저류용량은 2,215천㎡, 889천㎡, 73,884㎡로 정원용수, 청소용수 등의 빗물이용은 물론 도시침수 예방효과도 크게 기대할 수 있을 것이다.

## 2. 주택 종류별 저류 가능용량

〈표 10〉은 서울시 아파트 및 단독주택의 현황을 나타낸 것이며, 빗물저류 시설을 아파트 및 단독주택 등에 설치할 경우 얼마만큼의 빗물저류 효과가 있는지 〈표 11〉에 나타내었다. 이때, 아파트의 경우 개략적인 저류용량 산정을 위해 아파트 토지면적을 기준으로 건폐율을 적용하여 지붕면적으로 가정하고 여기에 계수 C를 곱하여 저류용량을 산정하였다. 이때, 계수 C는 일본의 기준인 0.1(100mm)로 하였다. 한편, 단독주택은 전술한 것처럼 대지 50평의 단독주택은 건폐율 60%인 경우 5㎡으로

산출되었지만, 각 가정에 1㎡의 저류탱크를 설치하였을 경우 얼마만큼의 상수사용량 및 상수도요금의 절감 효과를 가져올 수 있는지에 대하여 검토하였다. 그 결과, 〈표 11〉에서 알 수 있듯이 단독주택의 경우에는 하루 712,671㎡의 빗물저류가 가능한 것으로 나타났으며, 아파트의 경우 건폐율 20%, 25%, 30%에 따라 각각 961,421㎡, 1,201,800㎡, 1,442,161㎡의 빗물 저류가 가능하다. 한편, 우리나라 및 일본에서 빗물이용시설에 대한 조사결과에서 10~40% 정도로 빗물을 수돗물 대체용수로 이용하고 있다는 것이 확인되었다. 따라서, 1년 중 빗물을 단독주택 및 아파트에서 30% 정도인 110일을 수돗물 대체용수로 정원용수, 청소용수 등으로 사용하는 경우 적게는 184,150천㎡에서 많게는 237,032천㎡의 수돗물 절약을 기대할 수 있다.

〈표 10〉 서울시 아파트 및 단독주택 현황

구 분	구 별	단독주택 <sup>1)</sup> (단위 : 가구)	아파트 <sup>2)</sup>	
			동 수	면적(㎡)
도심권(3)	종로구, 중구, 용산구	77,089 (10.8%)	498 (3.7%)	1,655,690 (3.4%)
동북권(8)	동대문구, 성동구, 광진구, 중랑구, 성북구, 도봉구, 강북구, 노원구	249,132 (35.0%)	3,887 (29.0%)	14,382,582 (29.9%)
서북권(3)	은평구, 서대문구, 마포구	111,638 (15.7%)	847 (6.3%)	2,362,297 (4.9%)
동남권(4)	서초구, 강남구, 송파구, 강동구	80,728 (11.3%)	4,223 (31.6%)	16,463,141 (34.3%)
서남권(7)	강서구, 양천구, 영등포구, 구로구, 금천구, 관악구, 동작구	194,084 (27.2%)	3,929 (29.4%)	13,207,285 (27.5%)
계	25개구	712,671 (100.0%)	13,384 (100.0%)	48,066,995 (100%)

\* 주 : 1) 통계청 (2001년 기준)

2) 서울시정개발연구원 도시계획설계연구부 내부자료 (2003년 기준)

〈표 11〉 서울시 아파트 및 단독주택 빗물저류 가능용량(㎡)

구분	구별	저류가능용량(㎡)				단독주택+아파트 절감상수요금 (천원)
		단독주택 <sup>1)</sup>	아파트 <sup>2)</sup>			
			건폐율	집수면적	집수면적 × C <sup>3)</sup>	
도심권(3)	종로구, 중구, 용산구	77,089 (10.8%)	20%	331,138	33,114	39,532
			25%	413,923	41,392	42,501
			30%	496,707	49,671	45,471
동북권(8)	동대문구, 성동구, 광진구, 중랑구, 성북구, 도봉구, 강북구, 노원구	249,132 (35.0%)	20%	2,876,516	287,652	192,555
			25%	3,595,646	359,565	218,351
			30%	4,314,775	431,478	244,148
서북권(3)	은평구, 서대문구, 마포구	111,638 (15.7%)	20%	472,459	47,246	56,994
			25%	590,574	59,057	61,231
			30%	708,689	70,869	65,468
동남권(4)	서초구, 강남구, 송파구, 강동구	80,728 (11.3%)	20%	3,292,628	329,263	147,071
			25%	4,115,785	411,579	176,600
			30%	4,938,942	493,894	206,128
서남권(7)	강서구, 양천구, 영등포구, 구로구, 금천구, 관악구, 동작구	194,084 (27.2%)	20%	2,641,457	264,146	164,375
			25%	3,302,071	330,207	188,073
			30%	3,962,486	396,249	211,748
계	25개구	712,671 (100.0%)	20%	53,688,759	961,421	600,527
			25%	67,111,200	1,201,800	686,756
			30%	119,366,412	1,442,161	772,963

\* 주 : 1) 통계청 (2001년 기준)

2) 서울시정개발연구원 도시계획설계연구부 내부자료 (2003년 기준)

3) C = 0.1

4) 가정용 급수단가 358.72원/㎡(서울시 상수도통계연보, 2003)

## 3. 학교 지붕면적 저류 가능용량

각 학교에 지붕면적을 10m×20m, C=0.1로 가정하여 20㎡ 규모의 빗물 저류시설을 설치할 경우, 초등학교는 11,000㎡, 중학교는 7,160㎡, 고등학교는 5,680㎡의 빗물을 저류하여 사용할 수 있는 것을 알 수 있다. 초, 중, 고등학교의 이용 가능용량을 합쳐보면 〈표 12〉에서 알 수 있는 것처럼 23,840㎡으로 20㎡ 모두를 하루에 사용한다고 생각하면 155,279천원/일(업무용 급수단가 651.34원/㎡)의 상수요금을 절약할 수 있다.

〈표 12〉 서울시 초, 중, 고등학교 빗물이용 가능용량

구 분	빗물이용 가능용량
초등학교	550개교 × 20㎡ = 11,000㎡
중 학 교	358개교 × 20㎡ = 7,160㎡
고등학교	284개교 × 20㎡ = 5,680㎡
합 계	23,840㎡

\* 서울특별시 교육청 통계자료(2003)

주 : 고등학교는 일반계고등학교와 실업계 고등학교만을 합친 것(특수학교 등 제외)

만일 학교에서 빗물을 화장실용수로 사용할 경우 학생 1인당 사용량을 10ℓ로, 빗물을 수돗물 대체용수로 30%를 가정하면 110일로서 1100ℓ/인·년 × 1,485,023명 = 163,352만ℓ/



년이 된다. 즉, 빗물이용에 따른 1년간 수돗물 절약 및 상수요금은 각각 1,634천㎥과 10.6억원이다.

한편, 학교시설의 빗물저류시설 설치에 따른 학교주변 저지대의 침수예방에도 상당한 효과가 있을 것으로 기대된다.

## V. 빗물저류 및 이용장려를 위한 방안에 대한 고찰

### 1. 제도적 방안

빗물이용 장려를 위해 사업승인을 포함한 건축허가시 심의조건을 부여하여 빗물저류조 설치를 권장하여 이를 반영한 것만을 건축허가 하도록 한다. 도시관리계획결정(뉴타운 계획, 도심부관리계획, 지구단위계획구역 수립) 등 계획 수립시 빗물저류조 설치대상 및 설치 기준을 강화하여 별도로 정할 수 있도록 한다.

#### • 빗물 저류조 용량기준 :

지붕면적(㎡) × 0.05m(수도법과 동일)

#### • 공공부분 : 시 및 자치구에서 시행하는 공공 건축물 모두

#### • 서울시 심의대상 : 연면적 3만㎡인 다중이용건축물 또는 16층 이상 건축물(공동주택 포함)

#### • 자치구 심의대상 : 연면적 5천㎡인 다중이용건축물

\* 다중이용건축물 : 문화 및 집회시설(전시장, 동·식물원 제외), 판매·영업시설, 종합병원, 관광숙박시설

#### • 확대적용 대상

- 대형필지 개발사업 : 대지면적 5천㎡ 이상의 학교, 공원, 주차장, 광장(지하시설 제외)

- 물사용량이 많은 대형건축물 : 대지면적 2천㎡이상으로 연면적 3천㎡이상의 건축물

건축심의 대상이 아닌 소규모 건축물(연면적 5천㎡ 이하)은 건축허가시 빗물 저류조를 설치하도록 권장하되, <표 13>에서 제시된 설치공사비 보조 및 수도요금 감면(안) 등 인센티브를 부여하여 자발적 설치를 유도한다.

<표 13> 설치공사비 보조 및 수도요금 감면(안)

설치 공사비 보조	철근 콘크리트 저류조(10㎡ 이상)	500만원 정도
	FRP, 스테인레스, 고밀도폴리에틸렌제 등 중규모 저류조(1㎡~10㎡)	1㎡당 20만원 한도액 200만원
	FRP제 등 소규모 저류조(1㎡ 미만)	20만원 정도
수도 요금 감면	저류조 설치한 경우 (수도조례 : 공익상 필요한 경우 감면 가능, 자치단체장 방침으로 시행)	사용수량의 50% 정도 감면

장기적 대책으로 관계법령을 개정하여 건축물의 설비기준 등에 빗물저류조 설치대상 건축물 규정을 신설하여 지자체 건축심의 대상으로 한다. 또한 자연재해대책법(건축법 부령, 건설교통부)으로 공공시설물인 공원, 주차장, 학교운동장 등 빗물 저류조 설치 규정을 신설한다. 민간 건축물 설치비 지원 방안에 대해서는 자연재해 대책법 시행규칙(행자부령) 기금의 사용범위를 개정하여, “재해재난대책기금”으로 연면적 5천㎡ 미만인 소형 민간건축물에 대하여 저류조 및 탱크의 비용 및 설치 공사비를 일부 지원한다.

## 2. 기술적 방안

### 1) 직결급수

연차적으로 서울시에 수도물 직결급수가 추진될 경우, 현재 사용하고 있는 물탱크는 불용화된다. 이때, 불용화되는 물탱크를 빗물저류시설로 재활용하여 빗물이용을 확대시킬 수 있다. 즉, 직결급수 도입에 의해 불용화된 물탱크를 빗물 저류시설로 이용하는 경우, 옥상에 설치된 경우에는 옥상녹화가 되어 있는 건물에서는 정원용수로 활용이 가능하며 지하에 설치된 저수조의 경우에는 홍수방재 및 이수적 활용이 가능하므로, 불용화된 저수조를 정원용수, 살수용수, 청소용수 및 인공실개천 조성 등에 활용하는 조례제정이 필요하다. 즉, 서울시의 수도물 직결급수 추진과 동시에 불용화된 옥상탱크 및 지하저수조의 홍수피해저감과 빗물이용을 확대시키는 조례제정 방안이 필요하다.

### 2) 불용정화조

기존의 분류식 관거 정비지역에서 하수관거 정비에 의해 지하에 매설되어 있는 불용정화조를 철거시키지 않고 빗물 저류조로 활용하는 방안의 모색이 필요하다. 빗물이용을 위해 새로운 빗물 저류조를 설치하지 않고, 기존의 매설된 정화조를 활용하여 저류된 빗물을 살수용수, 정원용수, 청소용수 및 실개천 용수로 활용한다. 빗물 저류조로 사용하기 위한 불용 정화조의 청소 및 배관 연결에 소요되는 공사비(50만원 정도)를 보조함으로써 경제적 부담을 해소하여 시민들의 참여를 적극적으로 유도한다.

그러나 불용정화조를 빗물저류시설로 재활용할 경우 정화조의 열화, 지면에 대한 부력 등의 문제가 있다. 그러나, 정화조의 열화의 경우, 노후화된 정화조는 열화에 의해 다소의 크랙이 발생할 수 있지만, 전체적으로 부서버릴 것은 없다. 오히려 정화조 본체보다도 지표에 나와 있는 덮개의 부분이 열화되기 쉽고, 갈라지고 떨어져 버릴 위험이 있기 때문에 정기적인 덮개의 교환 등이 필요하다. 한편, 부력의 문제는 정화조를 신설하는 경우, 주변의 지반이 안정되기 전에 호우 등이 발생한다면 부력에 의해 정화조가 뜨겠지만, 기설의 정화조에는 주변지반이 안정되어 있으며, 정화조 본체에는 부상 방지판이 붙어 있기 때문에 부상하지 않으며, 현재까지 부상된 사례는 없다.

## 3. 빗물이용 장려를 위한 행정적 방안

빗물이용 활성화를 위해 무엇보다 시민들이 거부감없이 빗물을 활용할 수 있도록 하는 것이 중요하다. 이를 위해서는 시민단체와 언론매체들을 통해 빗물이용의 필요성을 대중화시키는 것 뿐만 아니라, 공공 기관 및 교육청과의 협력을 통해 초·중·고등학교 교육기관을 이용한 빗물이용 시설 설치가 필요하다. 또한, 지속적인 빗물이용시설의 관리와 제도의 효과적인 활용 및 시설의 향후 유지관리 감시는 물론, 빗물이용시설의 여러 제반 사항과 빗물이용 시설을 적극 홍보할 수 있는 담당부서의 신설이 필요하다.

## VI. 결론

빗물을 모아 생활용수, 조경용수, 소방용수 등으로 이용하는 것은 수자원의 확보는 물론 침수피해 방지에 대처할 수 있는 관리대책으로 인식되고 있다.

본 고에서는 매년 발생되고 있는 집중호우 및 태풍으로 인한 수해피해를 방지하고 빗물을 적극적으로 활용하기 위하여 서울시 택지 및 주택유형별 등 저류 가능용량에 대하여 검토하였다.

얻어진 결론은 다음과 같다.

1. 학교용지, 공원, 체육용지의 각각 저류용량은 2,215천 $\text{m}^3$ , 889천 $\text{m}^3$ , 73,884 $\text{m}^3$ 이다.
2. 단독주택의 경우 하루 712,671 $\text{m}^3$ 의 빗물저류가 가능하며, 아파트의 경우 건폐율 20%, 25%, 30%에 따라 각각 961,421 $\text{m}^3$ , 1,201,800 $\text{m}^3$ , 1,442,161 $\text{m}^3$ 의 빗물 저류가 가능하다. 1년 중 빗물을 단독주택 및 아파트에서 30% 정도인 110일을 수돗물 대체용수로 정원용수, 청소용수 등으로 사용하는 경우 적게는 184,150천 $\text{m}^3$ 에서 많게는 237,032천 $\text{m}^3$ 의 수돗물 절약을 기대할 수 있다.
3. 학교에서 빗물을 화장실용수로 학생 1인당 사용량을 10ℓ로, 빗물을 수돗물 대체용수로 30%를 가정하면 110일로서 163,352만 ℓ/년이 된다. 즉, 빗물이용에 따른 1년간

수돗물 절약 및 상수요금은 각각 1,634천 $\text{m}^3$ 과 10.6억원이다.

## 참고문헌

- 김갑수 외 6인, 1995, 『우수유출률 저감대책』, 서울시정개발연구원.
- 김갑수·김영란, 1998, 『우수유출저감시설 기준연구』, 서울시정개발연구원.
- 김갑수·김영란, 2002, 『중수도·빗물 처리기술 및 적용』, 환경관리연구소.
- 김갑수·양지희, 2003, 『빗물이용을 통한 도시 침수 저감 및 수돗물 절약방안』, 서울시정개발연구원.
- 서울특별시, 2002, 『상습침수 해소를 위한 하수도 시설기준 재검토』.
- 서울특별시, 2002. 6, 『2001 수해백서』.
- 서울특별시, 2003, 『청계천복원 타당성 조사 및 기본계획(환경정비부분)』.
- 서울특별시 상수도사업본부, 2003, 『2002년도 상수도 통계연보』.
- 雨水貯留浸透技術協會, 1994, 『雨水利用システム 實態調査・レビュー』, Vol. 12, 195~202.
- 墨田區企劃經營室, 1995, 『墨田區雨水利用推進協會報告書』.

원 고 접 수 일 : 2004년 8월 31일  
 1차심사완료일 : 2004년 10월 11일  
 2차심사완료일 : 2004년 11월 17일  
 최종원고채택일 : 2004년 11월 30일