

서울의 침수피해 저감과 물부족 해소를 위해 빗물이용을 활성화해야

- 빗물이용 활성화의 필요성
- 서울시 강우현황과 침수피해 사례
- 빗물이용의 개념 및 효과
- 빗물의 저류 및 침투시설
- 서울시 토지지목별, 주택종류별, 학교의 저류용량과 효과
- 빗물이용 활성화를 위한 대책방안

빗물이용 활성화의 필요성

- 물부족과 침수문제 대두
 - UN의 국제 인구행동연구소(PAI)에서 발표한 물부족 국가에 해당되는 우리나라는 지금과 같은 물공급 체계만으로 물부족 문제를 해결하기에는 한계가 있음.
 - 최근 이상기후 현상과 국지성 호우로 인해 서울시의 침수피해가 매년 반복되고 있으며, 도시화에 따른 포장 지표면의 확대로 빗물의 유출량이 하천의 우수수용한계를 넘어서 그 피해의 규모가 커지고 있음.
- 빗물에 대한 인식의 전환 필요
 - 현재까지 빗물은 하수도를 통해 배제시키는 것에 치중하여 정부는 하천과 하수도를 개·보수하고 빗물배제용 펌프장을 건설하는데 막대한 비용을 사용하여 왔음. 그러나 기상이변에 의한 집중호우와 지속적인 도시개발에 따른 우수처리시설 용량부족으로 홍수피해 규모가 점점 커져가고 있어 이에 대한 근본적인 대책이 없다면 앞으로 그 피해는 더욱 심각해질 것으로 전망됨.
 - 따라서 물부족과 침수피해에 대처하기 위해 빗물을 저류하여 생활용수·조경용수·소방용수 등으로 이용할 수 있도록 하는 적절한 빗물이용 활성화대책이 필요함.

서울시 강우현황과 침수피해 사례

○ 서울시 강우현황

- 우리나라는 기후특성상 여름철인 6~9월 사이에 장마가 발생하며 이 기간에 내리는 빗물은 총 빗물의 2/3 정도의 비율을 차지하여 연 강수량에 큰 영향을 미치고 있음. 1993~2002년 사이 10년간 강수량을 보면 서울시 연평균 강수량은 1445.7mm이며 6~9월에 1069.5mm가 내려 전체 강수량의 74%가 이 기간에 집중되고 있음.
- <표 1>에서 보는 바와 같이 1998년 이후에는 잦은 국지성 집중호우와 함께 주로 8월에 600mm 이상의 큰 비가 내리고 있으며, 이러한 국지성 집중호우로 인해 서울과 같은 밀집형 도시에서 홍수피해가 커지고 있음.

<표 1> '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

○ 2001년의 서울시 침수피해 사례

- 2001년에는 집중호우가 서울지역에서 7월 14일~15일, 7월 22일~23일, 7월 29일~8월 1일 등 3회 발생하였으며 특히 7월 14일~15일 사이에 1시간 최대 약 99.5mm의 집중호우가 발생하면서 서울지역이 큰 침수피해를 입었음.
- 2001년 7월의 집중호우는 국지성이 매우 강하여 지역편차가 심했는데 7월 14일 밤에서 15일 오전사이의 지역별 강수량을 보면 중랑구가 351mm로 가장 많았으며 강서구가 120mm로 가장 적었음. 300mm 이상 내린 구역은 한강과 중랑천을 중심으로 한 지역으로 용산구, 서초구, 강남구, 성동구, 광진구, 동대문구, 중랑구, 노원구 부근 일대이었음.
- 이 7월 홍수로 인하여 서울지역에서는 40명이 사망하고 104명이 부상을 당했으며 약 219억원의 재산피해를 입었음. 이중 187억원은 공공시설의 피해액이며 약 32억원은 사유시설의 피해액이었는데 피해에 대한 복구액은 약 1361억원이 소요되었음.

<표 2> 2001년 서울의 침수 피해현황

(단위 : 백만원, 명)

구분	피해총액	이재민	인명 피해	건물피해 동수	건물 피해액	농경지 피해액	농작물 피해액	공공시설 피해액	기타 피해액
단위 (백만원, 명)	21,925	338	144	97,375	2,929	14		18,735	

자료 : 2001 수해백서, 서울특별시, 2002.

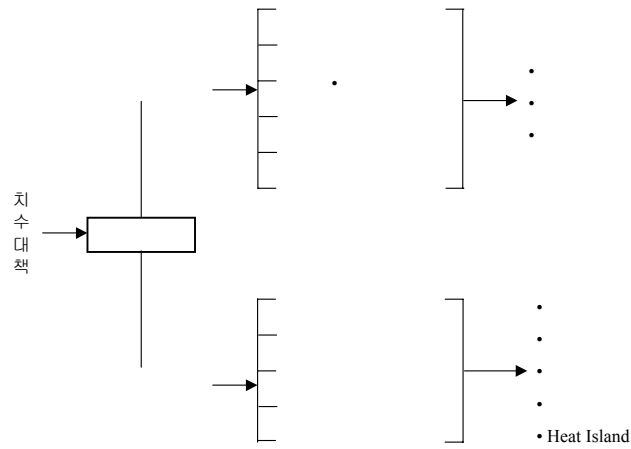
주 : 1) 피해액은 당해연도 가격기준

2) 인명피해 : 사망과 부상을 모두 포함

빗물이용의 개념 및 효과

○ 빗물이용의 개념

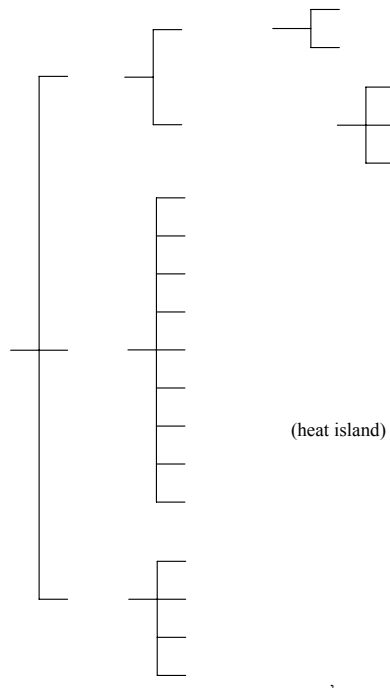
- 빗물이용이란 [그림 1] 과 같이 주택 건물의 지붕이나 옥상, 테라스, 데크 등에서 빗물을 취수하여 이것을 지하 등에 설치된 저류조에 저장하여 화장실용 세정수나 살수 등의 잡용수로 이용하는 것을 말함. 또한 홍수 방제측면(치수대책)에서 빗물을 지하침투시켜 지역물순환시스템의 재생, 지반침하 방지, 정원예의 빗물 함양, 도시의 열섬화 방지대책 등에 기여하는 것을 말함.



[그림 1] 종합적 빗물이용 시스템

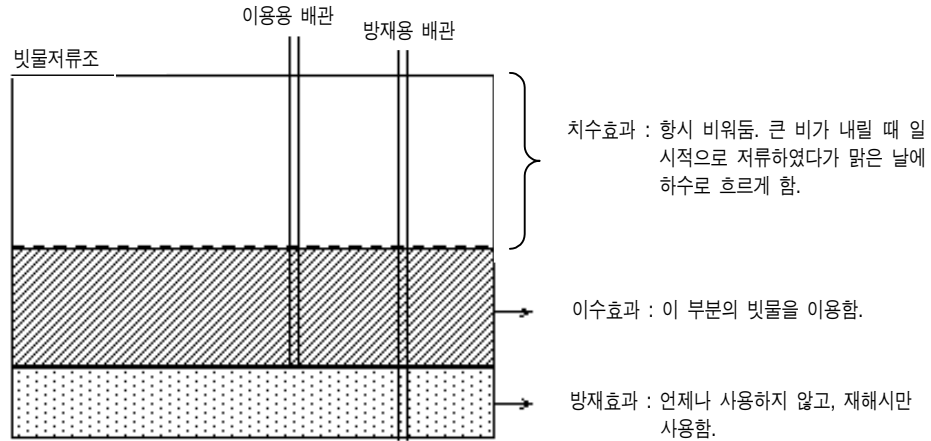
○ 빗물이용의 효과

- 빗물 이용의 효과는 [그림 2] 와 같이 크게 방재, 환경, 이수의 3가지 측면에서 살펴볼 수 있으며, 방재적 측면의 효과는 다시 치수대책과 긴급비상시 대책으로 구분됨.



[그림 2] 빗물이용의 효과

- [그림 3] 은 빗물저류조의 치수, 이수, 방재 효과를 개념도로 나타낸 것임. 빗물이용시설을 설치할 때에 각각의 효과를 어느 정도로 할 것인가가 설계시 중요한 관점으로, 대규모 시설을 설치할 경우에는 각각의 효과마다 용량을 계산하여 최종적인 저류조의 크기를 정하게 됨.



[그림 3] 빗물 저류조의 빗물이용 효과 개념도

빗물의 저류 및 침투시설

○ 빗물의 저류시설








- 빗물저류시설은 유역의 말단부에 설치되어 유역으로부터 유입된 빗물을 저류하여 빗물유출을 억제하기 위한 지역외저류시설(off-site retention, 우수지/펌프장 등)과 도시 유역내에 내린 강우가 우수관거, 우수지 및 하천으로 유입되기 전에 물을 일시적으로 저류시켜 유출을 억제하는 역할을 하는 지역내 저류(on-site retention) 시설로 분류됨.
- 지역내 저류시설은 강우시에 빗물의 이동을 최소한으로 억제하고 비가 내린 그 지역에서 빗물을 저류하는 방식으로, 공공시설 및 주택단지에 설치되는 저류시설(시설 예로는 건물간, 주차장, 교정, 공원 및 지붕에 설치되는 저류시설 등이 있음)과 단독주택 저류시설 등에서 유출되는 빗물을 유역말단에 집수, 저류, 억제하는 우수지 등이 있음.

○ 빗물의 침투시설

- 빗물이용에는 빗물을 지붕으로부터 집수관에 모아 활용하는 방법과 달리, 월류수 및 지표면에 내린 빗물을 침투트렌치 등 침투시설에 의해 땅속으로 침투시켜 지하수로 환원시키

는 방법도 있음. 이는 단지 치수상의 효과뿐만 아니라 지역물순환의 재생에도 도움이 되는데, 도시에서는 빗물을 지하로 침투시킴으로써 고갈되어가고 있는 지하수를 다시 함양시키고 지반침하를 막으며 식물을 성장하게 하고 대기를 정화시키는 효과가 있음.

- 현재 서울시에서는 차도, 보도 등의 도로가 거의 불투수성으로 되어 있어 도시의 열섬화 현상 초래 및 지하수의 고갈, 하천의 건천화, 강우시에 유출계수 증가에 따른 침수피해 등이 심각한 실정임. 따라서, [그림 4] 와 같은 침투시설 등을 설치하여 도시침수의 피해방지는 물론 도시의 열섬화 방지, 하천유지용수 확보로 인한 하천의 건천화 방지 등을 도모할 필요가 있음.

침투 시설	침투통		침투통 주변에 쇠석을 깔고, 집수된 빗물을 그 바닥면 및 측면 또는 지표에서 비교적 가까운 부분에 침투시키는 시설
	침투측구		투수성 콘크리트재료를 이용하여 측구 바닥면 및 측면을 쇠석으로 충전시켜, 집수된 빗물을 바닥 및 측면에서 침투시키는 시설
	침투 트랜치		굴착한 도랑에 쇠석을 충전시키고, 다시 그 가운데 유입수를 균일하게 분산시키기 위한 투수성관을 포설한 시설
	침투지		저류시설의 바닥면에서 저류수를 지하에 침투시키는 시설로 저류에 의한 홍수조절기능과 침투에 의한 유출 억제 기능을 동시에 지닌 시설
	저류 침투지		지하의 쇠석조에 빗물을 담아, 측면 및 바닥면으로 지하에 침투시키는 시설. 쇠석내에 빗물조를 설치하여 빗물을 유효 이용하는 경우도 있음
	표면침투		가정의 뜰이나 화단 등을 이용하여 빗물을 침투시키는 시설로 자연환경을 훼손하지 않는 장점이 있지만 용지확보가 가능한 지역에 한정됨
	투수성 포장		빗물을 투수성의 다공질 포장체 등을 통하여 지중에 침투시키는 것. 눈 막힘 등에 의한 기능저하를 방지하기 위한 적절한 유지관리가 필요

[그림 4] 빗물 침투시설 종류

서울시 토지지목별, 주택종류별, 학교의 저류가능용량과 효과

○ 서울시 토지지목별 저류 가능용량

- 국지성 호우로 인한 도시침수 현상을 방지하기 위해 학교용지, 공원, 체육용지 등에 내리는 빗물을 저류시설을 설치하여 10mm(집수계수 C= 0.1)만을 집수한다고 가정하고 빗물의 저류 가능용량을 개략적으로 산출해 보면, 학교용지, 공원, 체육용지의 각각 저류용량은 2,215천^{m³}, 889천^{m³}, 74천^{m³}로 정원용수, 청소용수 등의 빗물이용은 물론 도시침수 예방효과도 크게 기대할 수 있음.

○ 주택 종류별 빗물저류 가능용량과 효과

- 빗물저류 시설을 서울시 아파트에 설치할 경우 얼마만큼의 빗물저류 효과가 있는지는 <표 3>과 같음. 이것은 개략적인 저류용량 산정을 위해 최근 건설된 다양한 형태의 아파트를 모두 고려하지 않고, 과거에 건설된 반포 및 잠실 등의 저층 아파트 단지의 평균 지붕면적을 적용하여 계산한 결과로서 약 94백만^{m³}의 빗물 저류가 가능함.
- 한편, 단독주택은 각 가정에 1^{m³}의 저류탱크를 설치하였을 경우 얼마만큼의 상수사용량 및 상수요금의 절감 효과를 가져올 수 있는지에 대하여 검토한 결과, 각 가정이 1^{m³}의 저류탱크 물을 전부 사용할 때마다 전체적으로 약 71만^{m³}의 상수사용량과 2억5천만원의 상수요금을 절감할 수 있는 것으로 나타났음(<표 3>참조).

<표 3> 서울시 주택종류별 빗물저류 가능용량(^{m³})

구분	구별	가구수	단독주택		아파트1) (천 ^{m³})
			저류가능용량	절감상수요금(천원)	
도심권	종로구, 중구, 용산구	217,733 (6.1%)	77,089 ^{m³} (10.8%)	27,653	3,886 (4.1%)
동북권	동대문구, 성동구, 광진구, 중랑구, 성북구, 도봉구, 강북구, 노원구	1,158,466 (32.4%)	249,132 ^{m³} (35.0%)	89,368	28,154 (29.9%)
서북권	은평구, 서대문구, 마포구	433,117 (12.1%)	111,638 ^{m³} (15.7%)	40,046	9,901 (10.5%)
동남권	서초구, 강남구, 송파구, 강동구	716,596 (20.1%)	80,728 ^{m³} (11.3%)	28,958	24,943 (26.5%)
서남권	강서구, 양천구, 영등포구, 구로구, 금천구, 관악구, 동작구	1,044,316 (29.3%)	194,084 ^{m³} (27.2%)	69,621	27,362 (29.0%)
계	25개구	3,570,228 (100.0%)	712,671 ^{m³} (100.0%)	255,649	94,248 (100.0%)

* 통계청 (2001년 기준)

주 1) 아파트 항목에는 연립 및 다세대 주택이 포함.

주 2) 아파트의 집수계수는 c= 0.1(10mm)임.

주 3) 가정용 급수단가 358.72원/^{m³}(서울시 상수도통계연보, 2003)

○ 학교 빗물저류 가능용량과 효과

- 각 학교의 지붕면적을 10m×40m로 보고, C=0.05로 하여 20m³ 규모의 빗물 저류시설을 설치할 경우 초등학교는 11,000m³, 중학교는 7,160m³, 고등학교는 5,680m³의 빗물을 저류하여 사용할 수 있는 것으로 나타남(<표 4> 참조).
- 학교에서 빗물을 화장실용수로 사용하고 학생 1인당 1일 사용량을 10ℓ로 가정하면, 방학 및 갈수기를 제외한 180일을 사용기간으로 하는 경우 빗물이용에 따른 1년간 수돗물 절약은 2,673천m³(=10ℓ×180일×1,485,023명)이고 상수요금 절약은 17억4천만원(=651.34원/m³(업무용 급수단가)×2,673천m³)임.
- 한편, 학교시설의 빗물저류시설 설치는 학교주변 저지대의 침수예방에도 상당한 효과가 있을 것으로 기대됨.

<표 4> 서울시 초, 중, 고등학교 빗물이용 가능용량

구분	빗물이용 가능용량	학생수(명)
초등학교	550개교 × 20m ³ = 11,000m ³	759,010
중학교	358개교 × 20m ³ = 7,160m ³	359,457
고등학교	284개교 × 20m ³ = 5,680m ³	366,556
합계	23,840m ³	1,485,023

* 서울특별시 교육청 통계자료(2003)

주 1) 고등학교는 일반계 고등학교와 실업계 고등학교만을 합친 것(특수학교 등 제외)

빗물이용 활성화를 위한 대책방안

○ 건축허가 심의시 저류조 설치 의무화 및 경제적 인센티브 제공

- 시 및 자치구에서 시행하는 공공 건축물은 모두 저류조 설치를 의무화 함.
- 시 및 자치구 건축심의 대상 민간건축물에 대해서는 빗물저류조를 설치하도록 의무화하여 심의시 이를 반영한 것만을 건축허가하도록 함.
- 서울시는 연면적 3만m² 이상인 다중이용건축물 또는 16층 이상 건축물(공동주택 포함)을, 자치구는 연면적 5천m² - 3만m²인 다중이용건축물(문화 및 집회시설(전시장, 동·식물원 제외), 판매·영업시설, 종합병원, 관광숙박시설)을 저류조 설치 심의대상으로 지정하는 방안을 모색함.

- 건축심의대상이 아닌 소규모 건축물은 건축허가시 빗물 저류조를 설치하도록 권장하되, 설치공사비 보조 및 수도요금 감면 등 인센티브를 부여함으로써 자발적으로 설치하도록 유도함.
- 빗물이용 장려를 위해 빗물저류조 및 탱크 설치에 따른 공사비 및 빗물 이용에 따른 보상의 개념으로 건축의 신축·재건축, 재개발시 용적률에 대한 인센티브를 부여하는 방안을 검토함.
- 빗물이용시설 설치대상의 시설기준 조정
 - 현재 수도법 시행령 제 15조의 3 '빗물이용시설의 설치대상'이- 대통령령이 정하는 체육시설물로 지붕면적이 2,400m², 관람석수 1,400석 이상의 시설물'로 되어 있으나, 빗물이용 활성화를 위해 대단위가 아닌 소규모 건축물에도 적용할 수 있도록 집수면적에 제한을 두지 않도록 하며, 대규모 운동장에 적용할 경우 청소용수 및 조경용수 등으로의 빗물 활용 방안을 고려하여 좌석수에 대한 제한을 두지 않도록 함.
 - 신축하는 공공시설은 물론 재건축·재개발 및 뉴타운 건설 대상에도 조경용수 등의 빗물 이용 시설을 반드시 설치하는 것을 권장하는 조례도입이 필요함.
- 적극적인 홍보 및 관련기관에 대한 협조 요청·지원
 - 빗물이용 홍보를 위한 시범사업을 적극적으로 기획·지원하며, 교육청과의 협력을 통해 초·중·고등학교 교육기관에 빗물이용 시설을 설치하도록 함. 일례로 경기도 교육청에서는 빗물이용 시설을 위해 1개 학교당 1,500만원을 지원하고 있으며, 이 경우 빗물저류조를 지상에 설치하는 것이 유지관리측면에서 보다 효과적인 것으로 나타났음.
 - 또한 빗물자료관, 빗물박물관 설치 등을 통해 빗물이용에 대한 홍보와 시민들의 의식을 함양함.
- 담당부서 신설
 - 지속적인 빗물이용시설의 관리와 제도의 효과적인 활용, 수질관리와 시설의 향후 유지관리 및 감시, 계몽 및 홍보 등을 전담하는 담당부서의 신설이 필요함.

김갑수 | 서울시정개발연구원 선임연구위원
02-2149-1152
sportkim@sdi.re.kr