시정연 2003-R-13

서울시정개발연구원 2003

빗물이용을 통한 도시침수 저감 및 수돗물 절약방안

김 갑 수

서울시정개발연구원

시정연
2003-R-13

빗물이용을 통한 도시침수 저감 및 수돗물 절약방안

A Study On Preventing Flood Damage And
Water Saving Through Rainwater Utilization

2003

서울시정개발연구원
Seoul Development Institute

연 구 진

연 구 책 임 김 갑 수 • 도시환경연구부 선임연구위원
연 구 원 양 지 희 • 도시환경연구부 연구원
김 영 근 • 도시환경연구부 연구원

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

요약 및 정책건의

Ⅰ. 연구의 개요

1. 연구의 배경

■ 인구의 도시집중과 도시의 확장으로 자연자체가 가지고 있는 고유 수용능력의 한계를 넘어 지금과 같은 물공급 체계만으로는 UN의 국제 인구행동연구소(PAI)에서 발표한 물부족 국가에 해당되는 우리나라로서는 물부족 문제를 해결할 수 없음.

■ 최근 이상기후 현상과 국지성 호우로 매년 서울시에 반복되는 침수피해는 점차 대형화되고 있으며, 더불어 급격한 도시화·집중화 현상에 따른 포장지표면의 확대로 빗물의 유출량이 하천의 우수수용한계를 넘어서 그 피해의 위험성이 커지고 있음.

■ 현재까지 빗물은 하수도를 통해 배제시키는 것에 치중하여 하천과 하수도를 개·보수하고 빗물배제용 펌프장을 건설하는데 막대한 비용을 소비하여 왔으나, 기상이변에 의한 집중호우와 도시개발에 의해 이러한 시설은 그 용량이 부족하게 되어 홍수피해는 점점 늘어가고 있어 근본적인 대책이 없다면 앞으로 그 피해는 더욱 심각해질 것으로 전망됨.

■ 물부족과 침수피해에 대처하기 위해 빗물을 모아 생활용수·조경용수·소방용수 등으로 이용할 수 있도록 처리하는 빗물이용이 수자원의 확보는 물론 홍수의 예방 방안으로 물 부족 사태와 침수피해 방지에 강하게 대처할 수 있는 최적의 관리대책으로 인식됨.

2. 연구의 목적

■ 매년 발생되고 있는 집중호우 및 태풍으로 인한 수해피해를 방지하고 빗물을 적극적으로 활용하여 치수와 이수 기능을 통해 수돗물절약과 도시의 쾌적한 공간구축의 활용 예를 제시하고자 함.

■ 서울시에서 구체적으로 적용이 가능한 도시침수저감 및 빗물의 활용가능성을 검토함과 동시에 빗물이용에 따른 저류조 및 탱크의 기본적인 설계조건을 외국의 사례를 바탕으로 최적의 정책방향과 제도적, 기술적, 행정적 뒷받침에 대한 방향을 제시함.

■ 빗물의 효율적 이용 및 빗물저류방안에 대한 구체적 접근과 국내·외 제시된 자료와 실제 활용되어지는 현장자료, 문제점 및 대책 등을 제시함.

II. 주요 연구결과

1. 서울시 강우현황

- 기후특성상 여름철인 6~9월 사이에 장마가 발생하며 이 기간에 내리는 빗물은 총 빗물의 2/3 정도의 비율을 차지하여 연 강수량에 크게 영향을 미침.
- 서울시의 10년 평균 강수량은 1445.7mm이며 6~9월에 1069.5mm가 내려 전체 강수량의 74%가 이 기간에 집중되어 내림.

2. 서울시 침수피해현황

- 2001년 7월 홍수로 서울지역에서는 40명이 사망하고 104명이 부상을 당했으며 약 219억원의 재산피해를 냈고, 이중 187억원은 공공시설의 피해액이며 약 32억원은 사유시설의 피해액으로 이에 대해 복구액은 약 1361억원으로 우리나라에서 복구투입액이 6번째로 크며 전체 복구액의 7.3%를 차지함.
- 최근 강우양상의 변화에 의하여 돌발성 집중호우의 발생가능성이 커지면서 2001년도와 같은 강우에 대한 홍수피해는 점점 커질 것으로 예상됨.

3. 서울시 빗물이용 및 홍수피해 저류 가능용량

- 서울시 토지지목별 현황별 저류 가능용량은 학교용지, 공원, 체육용지 각각 2,215천㎥, 889천㎥, 73,884㎥로 정원용수, 청소용수 등의 빗물이용은 물론 도시침수 예방효과도 크게 기대 가능함.
- 주택 종류별 빗물저류 가능용량은 아파트의 경우 과거에 건설된 반포 및 잠실 아파트의 평균적인 지붕면적(11m×60m)을 계수C를 0.1m 일본기준으로 저류가능 용량을 산정하면 94,243천㎥이며, 단독주택은 각 가정에 1㎥의 저류탱크를 설치하는 것만으로도

712,671㎥의 상수사용량과 255,649천원의 상수요금 절감가능. 한편, 1년중 갈수기를 제외한 180일 정도 빗물을 정원용수, 청소용수 등으로 사용하는 경우 12,828만㎥의 수돗물 절약가능.

- 학교 빗물저류 가능용량은 각 학교에 20㎥ 규모의 빗물 저류시설을 설치할 경우 초등학교는 11,000㎥, 중학교는 7.160㎥, 고등학교는 5.680㎥의 빗물저류가 가능하며, 전체적으로는 23,840㎥으로 20㎥ 모두를 하루에 화장실용수 등으로 사용한다고 가정하면 155,279천원/일(업무용 급수단가 651.34원/㎥)의 상수요금 절약가능.
- 학교에서 빗물을 화장실용수로 학생 1인당 사용량을 10ℓ로 가정하고 방학 및 갈수기를 제외한 180일을 사용기간으로 하는 경우 1800ℓ/인·일 × 1,485,023명 = 267,304만ℓ/일이 됨. 즉, 빗물이용에 따른 1년간 수돗물 절약 및 상수요금은 각각 2,673천㎥과 17.4억원이 됨.
- 학교시설의 빗물저류시설 설치에 따른 학교주변 저지대의 침수예방에도 상당한 효과가 있을 것으로 기대됨.

4. 빗물이용 사례

(1) 일본

- 1980년 이후부터 도시 생태계의 복원과 아울러 빗물이 새로운 수자원으로 인식되면서 빗물을 용수로 활용하는 다양한 기술과 제품들이 개발됨.
- 공공시설과 민간시설에 설치된 빗물이용시설수

구분	0.5㎥ 이상		0.5㎥ 미만의 소규모 탱크	
	빗물이용 시설수	저류용량(㎥)	빗물이용 시설수	저류용량(㎥)
공공시설	1,371	211 천㎥	574	87㎥
민간시설	2,217	133 천㎥	3,725	720㎥
계	3,498	344 천㎥	4,299	807㎥

- 東京都 스미다구(墨田區) 구청청사 및 일반주택, 후쿠오카현(福岡縣) 자치연수센터와 구루메 시청 , 요코하마시(横浜市) 초·중학교, 다카마츠시(高松市), 고베시(神戸市), 일본 프로야구 Dome 경기장 등에 다양한 빗물이용 시설 설치됨.

(2) 독일

- 1998년 10월 독일의 베를린에서 빗물이용시스템이 대규모 도시 재개발 계획인 다임러 크라이슬러 포츠담 플라츠의 일부분으로 도입되어, 도시 홍수 조절, 상수도 절약 및 보다 좋은 지역 기후조건을 유지.
- 베를린의 Belss-Luedacke-Strasse 부지 약 7000㎡의 지붕면적에서 집수된 빗물이 여러 단계의 처리를 통해 화장실용수나 정원용수로 사용. 이 시스템은 초기 유출수에 포함된 다량의 오염물질은 하수도의 빗물관에서 오수관으로 배출되어 하수처리장에서 적절히 처리되도록 설계함.

(3) 국내

- 경기도 교육청 교육정책과는 체계적인 물절약 교육을 위해, 경기도 10개 지역의 16개 학교(초등학교 8교, 중학교 7교, 고등학교 1교)를 빗물이용시범학교로 지정하고 학교당 1,500만원(총 2억 4천만원)을 지원하여 빗물이용 교육사업을 시행함.
- 빗물이용시설의 확산유도는 물론 도시홍수 방지와 화장실용수로 사용하여 상수사용량 절약 및 비상시의 용수 확보 등을 위해 서울시 광진구 스타시티 건물에 지구단위계획 건축물의 건폐율, 용적률 및 설계기준을 바탕으로 빗물이용시설을 설치계획하여 공사중임.
- 서울시 서초구에서는 11개 재건축 아파트에 빗물저류 시설을 설치하여 단지내 조경용수 및 청소용수로의 활용을 계획하여 공사중임.
- 빗물이용시설을 갖춘 국내 5개의 월드컵 경기장은 인천, 수원, 대전, 전주, 서귀포로서 지붕 면이나 운동장바닥, 부지 면에서 유출되는 빗물을 이용하여 경기장 내·외부에서 잔디살수용수 등으로 이용함.

5. 빗물이용 관련시책

(1) 일본

- 국토교통성 특례조치(조세특별조치법 제14조 제2항 및 동법 제47조 제2항)내용으로 빗물저류·이용시설을 취득하여, 그 사업시설설치 후 5년간, 그 시설의 상각 한도액은, 통상적인 상각한도액에 100분의 12를 더한 액이 상각한도액으로 인정하며(할증상각제도), 당초의 5년간은 통상적인 세금을 지불할 경우에 비교하면, 그 정도로 적어짐(최초의 5년간의 세부담을 완화하기 위하여 마련된 제도).
- 종합적인 치수대책의 일환으로 하천개수뿐만 아니라 유역내에서의 유출억제대책을 겸하여 빗물 저류시설, 조정지 및 침수방지 시설의 설치를 유도·촉진하는 것을 목적으로 『도시빗물대책 시설정비사업융자』 제도 창설.
- 지방 자치체가 빗물이용시설을 갖춘 주택건설을 촉진 시책을 실시하는 경우에, 주택금융공고(住宅金融公庫)에 대해서도 주택 융자액을 통상의 금액보다 할증하여 효과적인 시책추진을 도모하기 위한 『지역정책 할증융자 (특정 빗물대책주택)』 제도 창설.
- 수자원의 유효이용을 위해 빗물이용시설을 설치하여 빗물을 화장실 용수와 살수용수 등으로 이용하는 주택에 대하여 1994년부터 『 빗물이용설비에 대하여 주택금융공고 할증대부』 제도 도입.
- 東京都 스미다구(墨田區)에서는 구 시설의 빗물이용 설치를 원칙으로 민간에서의 빗물이용과 빗물탱크 설치를 조성하며 빗물이용 촉진을 위한 경제적 조성제도를 1995년부터 도입하여 행하고 있음. 『양호한 건축물과 시가지형성에 관계된 지도요강』 작성을 통해 적극적인 빗물이용.
- 오키나와현(沖繩縣)에서는 단독전용주택에서 빗물이용을 설비한 경우나 산업개발자금 대상자가 수자원의 유효이용을 위해 잡용수이용시설을 설치한 경우를 대상으로 1991년도부터 융자제도를 제정. 수자원의 유효이용촉진을 목적으로 오키나와(沖繩)진흥개발금융공고 융자시행.
- 사이타마현(埼玉縣)의 『사이노쿠니(彩の國)의 주택융자제도 』를 통해 일정기준을 만족시킨 양질의 주택을 신축하거나 구입하는 경우 사이타마현(埼玉縣)과 금융기관이 저리의 마이 홈 자금을 융자.
- 사이타마현(埼玉縣)코시가야시(越谷市)는 불용화된 각 주택의 정화조를 빗물저류조로 사용하는 경우, 빗물저류시설로 전용하기 위한 개조공사비 및 필요비용의 일부를 보조.
- 다카마츠시(高松市)내의 본인이 관리하는 토지 및 건물에 있어서, 빗물의 저류 및 활용을 위해 시설·설비를 정비하는 개인 및 사업소에 대하여 빗물이용촉진 조성금을 보조.

(2) 독일

- 빗물관련시설물을 설치하는 경우, 시설물은 독일의 표준규격(DIN-Normen)에 적합하면 설치, 운영하며 빗물이용시설물은 일정규모까지는 허가취득이 필요없지만 AVVW WaserV(법조항)이나 Trinkwasser-Nachspeisung과 관련된 법조항에 의거하여 지자체나 용수담당기관에 그 시설물을 신고함.
- 2001년 5월 새로 개정된 "음용수 관리법"에서는 빗물의 관리 및 이용을 위한 법적 규정을 포함하고 있으며, 빗물이나 재사용하는 물이 건물 청소나 조경용수, 화장실용수로 어떠한 제한없이 사용할 수 있도록 하였고, 가정내에서 보다 적극적으로 빗물을 활용할 수 있도록 제도적 장치를 마련함.
- 법적 개정과 더불어 독일공업규격(DIN 1989-1:2001-10)에서 빗물이용과 관련하여 계획, 시공, 운용, 관리를 위한 기술에 대해 설명하고, 가정용, 상업용, 공업용, 그 외 공공기관에서 빗물을 사용할 수 있도록 설명.
- 빗물침투시설의 설계 및 시공에 관한 규정(ATV-A138)과 옥상녹화 계획·설계 및 시행에 관한 기준 등을 마련.
- 빗물관리 활성화를 위해 독일에서는 분산형 빗물관리를 위해 국가 자연보전법은 옥상녹화와 같은 분산형 수단들을 규정하고 있으며, 시의 상하수도 행정당국은 하수도 시스템 또는 지표수로의 빗물 배출을 금지함.
- 지방 자치체별로 지역 특성에 맞는 여러 가지 빗물이용 설치규정을 정하여 조성금을 지원하고 있으며, 베를린시, 함부르크시는 하수도 요금체계를 통해 빗물이용시설의 설치를 유도하고, 오스나부룩시의 경우 수돗물 소비량 증대를 억제하기 위해 빗물이용에 대한 조성제도를 실시함.

(3) 국내

- 현행 수도법에서는 빗물이용을 의무화하기 위함 법적 기준이 대규모 시설에만 한정하여, 종합운동장·실내체육관 등 지붕면적이 넓은 시설물 중 대통령령이 정하는 시설물(지붕면적이 2,400㎡이상이고, 관람석 수가 1,400석 이상)을 신축(대통령령이 정하는 규모 이상으로 증축·개축 또는 재건축하는 경우를 포함)하고자 하는 자는 빗물이용시설을 설치·운영함.

● 빗물이용시설의 시설기준 및 관리 그 밖의 필요한 사항은 환경부령으로 정함.

● 국가 및 지방자치단체는 빗물이용시설을 설치한 시설물의 소유자에 대하여 그 빗물이용시설의 설치비용을 지원할 수 있으며, 지방자치단체는 조례가 정하는 바에 따라 수도요금을 경감가능.

III. 정책 건의사항

1. 빗물이용 장려를 위한 제도적 방안

(1) 용적률 인센티브 및 경제적 지원

● 빗물이용을 위한 빗물저류조 및 탱크 설치에 따른 보상개념으로 건축의 신축·재건축, 재개발시 용적률에 대한 인센티브를 부여함.

● 민간부분은 시 및 자치구 건축심의 대상 건축물에 대하여 심의시 빗물저류조를 설치하도록 심의조건을 부여하여 이를 반영한 것만을 건축 허가함. 이때 빗물저류조 용량기준은 지붕면적(㎡)×0.05(수도법과 동일)로 계산.

● 공공부분에서는 시 및 자치구에서 시행하는 공공 건축물 모두를 대상으로 심의함.

● 서울시 심의 대상은 연면적 3만㎡인 다중이용건축물 또는 16층 이상 건축물(공동주택 포함)이고, 자치구는 연면적 5천㎡인 다중이용건축물을 심의대상으로 함.

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

● 건축심의대상이 아닌 소규모 건축물은 설치공사비 보조 및 수도요금 감면 등의 혜택을 부여하여 자발적으로 빗물저류시설을 설치하도록 유도.

철근콘크리트 저류조(10㎥ 이상)	500만원 정도
FRP, 스테인레스, 고밀도폴리에틸렌 제 등 중규모저류조(1㎥ ~ 10㎥)	200만원 정도
FRP제 등 소규모저류조(1㎥ 미만)	20만원 정도

(2) 빗물이용시설의 설치대상의 시설기준 조정

● 빗물이용 활성화를 위해 대단위가 아닌 소규모 건축물에도 적용할 수 있도록 집수면적

에 제한을 두지 않도록 하며, 대규모 운동장에 적용할 경우 청소용수 및 조경용수 등으로의 빗물 활용방안을 고려하여 좌석수에 대한 제한을 두지 않도록 함.

- 신축 공공시설물은 물론 재건축·재개발 및 New Town 건설 대상에도 조경용수 등의 빗물이용 시설을 반드시 설치하는 것을 권장하는 조례도입이 필요함.

(3) 빗물이용에 따른 요금 감면

- 빗물을 집수하여 정원용수, 청소용수 및 화장실용수 등으로 사용하는 빗물이용시설에 대해서는 빗물이용의 시설 확대와 더불어 상수 사용량의 절감 및 하수처리장의 효율적인 유지관리를 위해 빗물을 이용하는 시설에 대하여 상수요금 및 하수도요금 감면을 고려함.

2. 빗물이용 장려를 위한 기술적 방안

(1) 빗물저류조의 보급화

- 빗물이용을 현실적으로 적용하기 위해서는 우리나라 실정에 맞는 빗물저류조의 개발 및 보급화가 필요하며, 경제적 측면에서도 규격화되고 상품화된 빗물저류시설의 개발이 필요함.

(2) 빗물저류 기술

- 6~9월에 70% 이상의 강우가 집중되는 우리나라의 경우 빗물저류조를 갈수기와 홍수기로 분할하여 1/3은 평상시 정원용수, 청소용수 등으로 이용하고, 홍수시는 2/3 크기의 2차저류조에 빗물을 저류시켜 방재적 측면의 홍수 예방에 활용하며, 저류된 빗물은 맑은날 가까운 하천 또는 하수관거로 바로 배제시키는 빗물저류방안이 필요함. 물론 2/3유량의 저류된 빗물도 잡용수 용도가 있는 경우에는 잡용수로서 적극 활용함.
- 항상 깨끗한 수질을 유지하기 위하여 초기우수 대책을 위한 초기빗물배제관, micro strainer, 망(스틸), 필터 등의 초기빗물배제 장치 설치가 필요함.

(3) 수돗물 직결급수 및 불용 정화조의 활용

- 서울시의 수돗물 직결급수 추진과 동시에 불용화된 옥상탱크 및 지하저수조의 홍수피해저감 및 빗물이용을 확대시키는 조례제정 방안이 필요.
- 기존의 분류식관거 정비지역에서 하수관거 정비에 의해 지하매설된 불용정화조를 철거시키지 않고 빗물저류조로 활용하는 방안의 모색이 필요.
- 빗물저류조로 사용하기 위한 불용정화조의 청소 및 배관 연결에 소요되는 공사비(50만원정도)를 보조하여 경제적 부담을 해소하여 시민들의 적극적인 참여를 유도함.

(4) 다양한 빗물의 활용방안

- 환경친화적인 공간조성을 위한 아파트내의 인공시냇물 조성, 옥상녹화, 벽면 녹화 등을 통한 적극적인 빗물 활용방안을 모색함.
- 관수체계가 미흡한 갈수기 등에 대비하여 가로변 수목의 수분공급 등 생육여건 개선을 위해 가로수·가로녹지 수목에 빗물을 활용하는 방안을 마련함.

3. 빗물이용 장려를 위한 행정적 방안

(1) 빗물이용 의식계몽

- 빗물이용을 활성화하기 위해 시민들이 거부감 없이 빗물을 활용할 수 있도록 시민단체와 언론매체들을 통해 빗물이용의 필요성 및 효과를 대중화함.
- 공공 기관 및 시설 등에 우선 시행하여 빗물이용을 홍보하고 이와 더불어 시민 의식 개선을 위한 교육마련이 필요함.

(2) 홍보 및 교육사업

- 빗물이용 홍보를 위한 시범사업의 적극적인 지원 및 교육청과의 협력을 통해 초·중·고등학교 교육기관의 빗물이용 시설의 설치 및 활성화가 요구됨.
- 빗물 자료관, 박물관 설치 등을 통한 빗물이용에 대한 홍보와 시민들의 의식함양을 촉진시킴.

(3) 담당부서 신설

- 지속적인 빗물이용시설의 관리, 제도의 효과적인 활용, 수질관리와 시설의 향후 유지관리 및 감시를 위해 담당부서의 신설 필요함.
- 빗물이용과장(기술직)과 토목팀장, 건축팀장, 기계 또는 전기직 설비팀장의 조직 구성을 통해 공공시설은 물론 민간시설 보급 및 유지관리 측면에서 지도, 점검, 계몽 및 홍보 등의 유기적인 관리체계가 필요함.

4. 빗물저류시설 제안

(1) 청계천

- 청계천 복원에 따른 시민의 친수공간 조성도 중요하지만 인명 및 재산상의 피해를 막기 위해서는 홍수예방이 무엇보다 중요한 시점임.
- 청계천변 개발시에는 각 건축물에 필히 빗물저류시설을 설치하여 친수공간 조성과 더불어 국지성 호우로 발생할 수 있는 홍수피해저감과 도시열섬화 방지 및 정원용수 등을 위해 빗물이용 시설 마련이 필요함.
- 각 건축물에 설치되는 저류조 용량의 한계로 동대문운동장 및 미공병단부지 126,420㎡에 지하 1층 높이 3m 깊이의 약 38만㎥의 저류시설 설치를 조성하여 200년 빈도 이상에 대비한 홍수피해의 예방이 필요함.

(2) 관악구 난곡지구

- 2001년의 경우 1,400여채의 주택이 침수하여 약 92,000천만원의 피해를 입었음.
- 재개발 아파트 건설전의 임시저류시설(45,300㎥)은 아파트 건설공사 진행에 따라 저류기능을 할 수 없음.
- 지형적 특성으로 매년 발생되는 침수피해 예방을 위해 빗물유출 저감시설을 설치할 계획을 수립하였으나, 예산 등의 문제로 현재 추진되고 있지 못함.
- 항구적인 빗물유출 저감을 위한 중·장기적인 도시 침수피해 예방을 위해서는 학교, 신설도로상, 주변계곡, 동사무소 등에 저류시설 설치가 시급히 요구됨.

제 목 차 례

제 1 장 서 론 ····· 1

제1절 연구배경 및 목적 ····· 1

제2절 연구내용 및 추진체계 ····· 2

1. 연구내용 ····· 2
2. 연구추진체계 ····· 3

제 2 장 빗물이용의 효과, 용도 및 유지관리기술 ····· 7

제1절 빗물이용의 개념 ····· 7

제2절 빗물이용의 효과 ····· 7

1. 방재적 측면 ····· 9
2. 환경적 측면 ····· 10
3. 이수적 측면 ····· 10

제3절 빗물의 용도 ····· 11

제4절 빗물저류조의 재질, 용량 및 수질 ····· 13

1. 집수장소(집수면) ····· 13
2. 빗물연결관 ····· 13
3. 빗물 저류조의 재질 및 용량 ····· 13
4. 빗물의 수질 ····· 14

제5절 빗물유출 저감시설 ····· 20

1. 빗물의 저류 ····· 21
2. 빗물의 침투 ····· 22

제6절 유지관리기술 ····· 24

1. 시설의 유지관리 ····· 24
2. 점검사항 및 주기 ····· 26

제 3 장 서울시 강우·침수 현황 및 저류가능용량 분석 ····· 31

제1절 서울시 강우현황 ····· 31
제2절 2001년 서울시 침수피해 현황 ····· 32
제3절 2001년 서울시 침수 원인 분석 ····· 34
제4절 청계천 유역 침수원인 및 피해 ····· 36
1. 침수원인 ····· 36
2. 침수피해 ····· 37
제5절 서울시 빗물이용 및 홍수피해 저류 가능용량 ····· 38
1. 서울시 토지지목별 저류 가능용량 ····· 38
2. 주택 종류별 빗물저류 가능용량 ····· 40
3. 학교 빗물저류 가능용량 ····· 42

제 4 장 빗물이용 사례 및 설치계획 ····· 45
제1절 국외 ····· 45
1. 일본 ····· 45
1.1 도쿄도(東京都) 주요 빗물이용 사례 ····· 45
1.2 후쿠오카현(福岡縣) ····· 54
1.3 요코하마시(横浜市) ····· 57
1.4 다카마츠시(高松市) ····· 60
1.5 고베시(神戸市) ····· 62
1.6 프로야구 Dome 경기장 ····· 62
2. 독일 ····· 63
3. 중국 ····· 64
4. 미국 ····· 65
5. 아프리카 ····· 65
제2절 국내 ····· 66
1. 학교 시설 ····· 66
2. 광진구 스타시티 ····· 74
3. 서초구내 재건축 아파트 ····· 79
4. 월드컵 경기장 ····· 81
5. 관악구 난곡지구 ····· 86

제 5 장 빗물이용 관련시책(세제특례조치, 조성제도 등) ····· 91
제1절 국외 ····· 91
1. 일본 ····· 91
1.1 국가가 행하고 있는 조성(국토교통성) ····· 91
1.2 지방자치체에서 행하고 있는 조성 ····· 96
2. 독일 ····· 102
2.1 국가가 행하고 있는 조성 ····· 103
2.2 지방 자치체가 행하고 있는 조성제도 ····· 104
3. 미국 ····· 106
4. 대만 ····· 107
제2절 국내 ····· 110

제 6 장 결론 및 정책건의 사항 ····· 115
제1절 빗물이용 장려를 위한 제도적 방안 ····· 115
1. 용적률 인센티브 및 경제적 지원 ····· 115
2. 빗물이용시설의 설치대상의 시설기준 조정 ····· 116
3. 빗물이용에 따른 요금 감면 ····· 117
제2절 빗물이용 장려를 위한 기술적 방안 ····· 117
1. 빗물저류조의 보급화 ····· 117
2. 빗물저류 기술 ····· 119
3. 수돗물 직결급수 및 불용 정화조의 활용 ····· 121
4. 다양한 빗물의 활용방안 ····· 122
제3절 빗물이용 장려를 위한 행정적 방안 ····· 122
1. 빗물이용 의식계몽 ····· 122
2. 홍보 및 교육사업 ····· 123
3. 담당부서 신설 ····· 123
제4절 빗물저류시설 제안 ····· 123
1. 청계천 ····· 124
2. 관악구 난곡지구 ····· 125

참고문헌 ····· **129**

부록 ····· **133**

【부록1】 일본의 주요 빗물이용시설 일람표(2000년 말 현재) ····· 133
【부록2】 일본내 자치체별 빗물이용 조성금 ····· 138
【부록3】 도쿄도 스미다구 빗물이용 민간시설 보급 촉진제도 ····· 141
【부록4】 빗물이용 자치체의 빗물이용 및 침투에 관한 실태조사 ····· 148
【부록5】 서울시 직결급수 추진현황 ····· 154

표 차 례

<표 2-1> 빗물의 용도별 기능 및 기본적인 요건 ····· 12
<표 2-2> 빗물 집수장소에 따른 수질측정 결과 ····· 15
<표 2-3> 먹는물 수질기준 ····· 16
<표 2-4> 자동채수장치에 의한 빗물의 수질(1984～1987년도) - 일본 ····· 19
<표 2-5> 빗물의 콘크리트면 통과전후 pH값 비교-東京都미나토쿠(港區) ····· 20
<표 2-6> 저류시설에 따른 저류한계수심 ····· 22
<표 2-7> 빗물이용설비의 유지관리내용과 점검의 주기 ····· 27
<표 3-1> '93～'02 서울시 강수량 ····· 31
<표 3-2> 2001년 서울의 침수 피해현황 ····· 34
<표 3-3> 서울시 수해원인별 침수피해현황 ····· 35
<표 3-4> 청계천유역의 2001년 7월 호우에 의한 침수현황 및 원인 ····· 36
<표 3-5> 2001년 청계천유역 침수원인 분석 ····· 37
<표 3-6> 청계천유역 해당지역의 홍수피해액 ····· 38
<표 3-7> 서울시 토지지목별 현황(2001) ····· 39
<표 3-8> 토지지목별 빗물집수 가능용량(2001) ····· 40
<표 3-9> 서울시 주택종류별 현황 ····· 41
<표 3-10> 서울시 주택종류별 빗물저류 가능용량 ····· 41
<표 3-11> 서울시내 초, 중, 고등학교 현황 ····· 42
<표 3-12> 서울시 초, 중, 고등학교 빗물이용 가능용량 ····· 42
<표 4-1> 공공시설 및 민간시설의 빗물이용 시설 ····· 45
<표 4-2> 신코쿠기관(新國技館) 빗물이용상황 ····· 48
<표 4-3> 신코쿠기관(新國技館) 빗물이용의 잡용수 수질분석값(1985년) ····· 49
<표 4-4> 고가네이시(小金井市) 환경공생주택 건축개요 ····· 50
<표 4-5> 고가네이시(小金井市) 환경공생 주택에 적용된 빗물이용시설의 개요 ····· 50
<표 4-6> 立荏田西소학교 빗물이용 실적(1993년 5월～1994년 3월) ····· 58
<표 4-7> 화장실용수의 수질측정결과(荏田西소학교) ····· 58
<표 4-8> 立本牧중학교 빗물이용 실적(1993년 5월～1994년 3월) ····· 59

<표 4-9> 화장실용수의 수질측정결과(立本牧중학교) ····· 60
<표 4-10> 빗물이용(저류)시설의 저수용량 ····· 61
<표 4-11> 다카마츠시(高松市) 시설의 정비(빗물저류조・빗물탱크)) ····· 61
<표 4-12> 건대입구 지구단위계획 용적률 완화항목 및 완화내용 ····· 74
<표 4-13> 건대입구 지구단위구역내 2지구 특별계획구역 설계개요 ····· 75
<표 4-14> 광진구 스타시티 건물의 지하 저류조 개요 ····· 76
<표 4-15> 서초구 빗물이용 설치예정 재건축 아파트 현황 ····· 79
<표 4-16> 빗물이용 월드컵 경기장 개요 ····· 81
<표 4-17> 전주 월드컵경기장 용도별 빗물 저류조 용량 ····· 83
<표 4-18> 서귀포 월드컵경기장 잡용수조 및 빗물 저류조용량 ····· 85
<표 4-19> 서귀포 월드컵경기장 강우량 및 빗물 채수량 ····· 85
<표 4-20> 서귀포 월드컵경기장 빗물의 용도별 사용량(주간) ····· 85
<표 4-21> 서귀포 월드컵경기장 연간 용수사용량과 빗물/수돗물 보충량 ····· 86
<표 5-1> 민간시설의 보급촉진 (조성건수) ····· 102

그 림 차 례

<그림 1-1> 연구의 체계 ····· 3
<그림 2-1> 종합적 빗물이용 시스템 ····· 7
<그림 2-2> 빗물이용의 효과 ····· 8
<그림 2-3> 빗물이용의 효과개념도 ····· 9
<그림 2-4> 빗물의 용도 ····· 12
<그림 2-5> 집수면 특성에 따른 탁도(Turbidity) ····· 16
<그림 2-6> 집수면 특성에 따른 전기전도도 ····· 17
<그림 2-7> 집수면 특성에 따른 중금속류(철) ····· 17
<그림 2-8> 집수면 특성에 따른 총질소(T-N) ····· 18
<그림 2-9> 집수면 특성에 따른 총인(T-P) ····· 18
<그림 2-10> 콘크리트면 통과전후의 빗물 pH 변화 ····· 20
<그림 2-11> 빗물유출억제시설의 종류 ····· 21
<그림 2-12> 집중호우시의 빗물이용시설로의 빗물유입을 조절하기 위한 방법 ····· 25
<그림 3-1> 과거 10년(1993~2002년) 서울시 강수량 추이 ····· 32
<그림 3-2> 2001년 서울시 침수피해 지역 ····· 33
<그림 3-3> 서울시 2001년 원인별 침수피해 현황 ····· 35
<그림 4-1> 스미다구청 빗물이용시스템 개략도 ····· 46
<그림 4-2> 노지존(路地尊) 사진과 모식도 ····· 51
<그림 4-3> 단독주택의 지상 빗물 저류조-천수존(天水尊) ····· 51
<그림 4-4> 빗물이용(저류)시설의 저수용량누계(조성분만) ····· 61
<그림 4-5> 갈뫼중학교 빗물이용시설 개요 ····· 68
<그림 4-6> 갈뫼중학교 빗물수질 (pH) ····· 70
<그림 4-7> 갈뫼중학교 빗물수질 (전기전도도) ····· 71
<그림 4-8> 갈뫼중학교 빗물수질 (DO) ····· 71
<그림 4-9> 지붕면 빗물 집수관 및 송수관 배치도 ····· 77
<그림 4-10> 비포장면 집수관 배치도 ····· 77
<그림 4-11> 저류시설 배치도 ····· 78

<그림 4-12> 저류조간 연계운전 Flowchart ····· 78
<그림 4-13> 서초동 서초연립 재건축 아파트 ····· 80
<그림 4-14> 서초동 1642번지 재건축 아파트 신축공사 ····· 80
<그림 4-15> 전주 월드컵경기장 상수 및 빗물 공급 계통도 ····· 84
<그림 4-16> 관악구 난곡지구 빗물유출 저류시설 구역 개요도 ····· 87
<그림 4-17> 난곡지구 저류조 빗물 유출과정과 임시 빗물저류시설 ····· 87
<그림 6-1> 한국형 분할식 빗물저류 시스템 ····· 119
<그림 6-2> 간단한 초기빗물 배제시스템 저류조 ····· 120
<그림 6-3> 여과장치가 첨부된 초기빗물 배제관 구조도 ····· 120
<그림 6-4> 일본 오사카 공원내 빗물 저류지 단면도 ····· 124
<그림 6-5> 난곡지구 빗물유출 저감시설 ····· 126

사 진 차 례

<사진 2-1> 2001년 침수피해 ····· 9
<사진 2-2> 인공시냇물 조성 친환경 아파트 ····· 10
<사진 2-3> 청소용수로의 빗물이용 ····· 11
<사진 2-4> 빗물 침투시설 종류 ····· 23
<사진 4-1> 스미다구청 옥상녹화 -1 ····· 47
<사진 4-2> 스미다구청 옥상녹화-2 ····· 47
<사진 4-3> 빗물 펌프장 관리인 휴게소에 설치된 빗물 탱크 ····· 52
<사진 4-4> 스미다구(墨田區)의 벽면녹화-1 ····· 53
<사진 4-5> 스미다구(墨田區)의 벽면녹화-2 ····· 53
<사진 4-6> 구루메 시청 ····· 55
<사진 4-7> 일본 프로야구 Dome 경기장의 빗물이용 시스템 ····· 63
<사진 4-8> 경기도내 학교에 설치된 다양한 빗물저류조 ····· 67
<사진 4-9> 갈뫼중학교 빗물저류조 공사 ····· 69
<사진 4-10> 갈뫼중학교 빗물이용 연못 ····· 69
<사진 4-11> 왕곡초등학교 빗물저류탱크 ····· 72
<사진 4-12> 왕곡 초등학교 빗물이용 연못 ····· 72
<사진 4-13> 왕곡초등학교 빗물 전시관 ····· 73
<사진 4-14> 빗물을 이용한 화단 ····· 73
<사진 6-1> 일본의 상품화된 빗물저류조-1 ····· 118
<사진 6-2> 일본의 상품화된 빗물저류조-2 ····· 118
<사진 6-3> 옥상녹화 - 벧엘 몬테소리 유치원 옥상정원 ····· 122

제 1 장 서 론

제1절 연구배경 및 목적

현대사회에서는 인구의 도시집중과 도시의 확장으로 인해 자연환경의 파괴가 일어나고 있으며 자연자체가 가지고 있는 고유 수용능력의 한계 때문에 물 부족을 지금처럼 마냥 공급으로 해결할 수 없는 상황이 점점 닥쳐오고 있는 실정이다. 이를 반영하듯 UN의 국제 인구행동연구소(PAI)가 발표한 바에 의하면 모로코와 이집트와 함께 우리나라도 벌써 물 부족국가로 분류된 바 있기 때문에 물 부족 문제는 이제 아프리카 등에 한정된 지역의 문제가 아닌 전 세계적인 문제로 확산되고 있는 상황이다.

또한 최근의 이상기후 현상과 국지성 호우로 매년 홍수에 의한 서울시의 침수피해가 반복되고 있는 실정이다. 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.

이제까지 내리는 빗물은 하수도를 통해 배제시키는 것에 치중하여 하천과 하수도를 개·보수하고 빗물배제용 펌프장을 건설하는데 막대한 비용을 소비하여 왔으나, 기상이변에 의한 집중호우와 도시개발에 의해 이러한 시설은 그 용량이 부족하게 되어 홍수피해는 점점 늘어가고 있어 근본적인 대책이 없다면 앞으로 그 피해는 더욱 심각해질 것으로 전망되고 있다.

따라서, 물부족과 침수피해에 대처하기 위해서는 빗물을 모아 생활용수·조경용수·소방용수 등으로 이용할 수 있도록 처리하는 빗물이용이 수자원의 확보는 물론 홍수의 예방 방안으로 물 부족 사태와 침수피해 방지에 강하게 대처할 수 있는 최적의 관리대책으로 인식되고 있다.

본 보고서에서는, 매년 발생되고 있는 집중호우 및 태풍으로 인한 수해피해를 방지하고 빗물을 적극적으로 활용하여 치수와 이수 기능을 함으로써, 수돗물절약과 도시의 쾌적한 공간구축의 활용 예를 제시하고자 한다. 또한 구체적으로 적용이 가능한 서울시에서의 도시침수 저감 및 빗물의 활용가능성을 검토함과 동시에 빗물의 이용에 따른 저류조 및 탱크의 기본적인 설계조건을 외국의 사례를 바탕으로 최적의 정책방향과 제도적, 기술적, 행정적 뒷받침에 대한 방향을 제시하고자 한다. 더불어 빗물의 효율적 이용 및 빗물저류방안에 대한 구체적

접근과 국내·외적으로 제시된 자료와 실제 활용되어지는 현장자료 및 문제점 및 대책 등을 제시하고자 한다.

제2절 연구내용 및 추진체계

1. 연구내용

본 연구내용의 골격은 다음과 같다.

제2장에서는 빗물이용의 이해로서 개념과 효과를 빗물의 방재적, 환경적, 이수적 측면에서 제시하였다. 또한, 빗물이용의 용도, 빗물의 집수장소, 빗물연결관, 빗물저류조 및 크기, 빗물의 수질, 빗물이용시설의 유지관리기술 및 점검사항 등에 대하여 검토하였다.

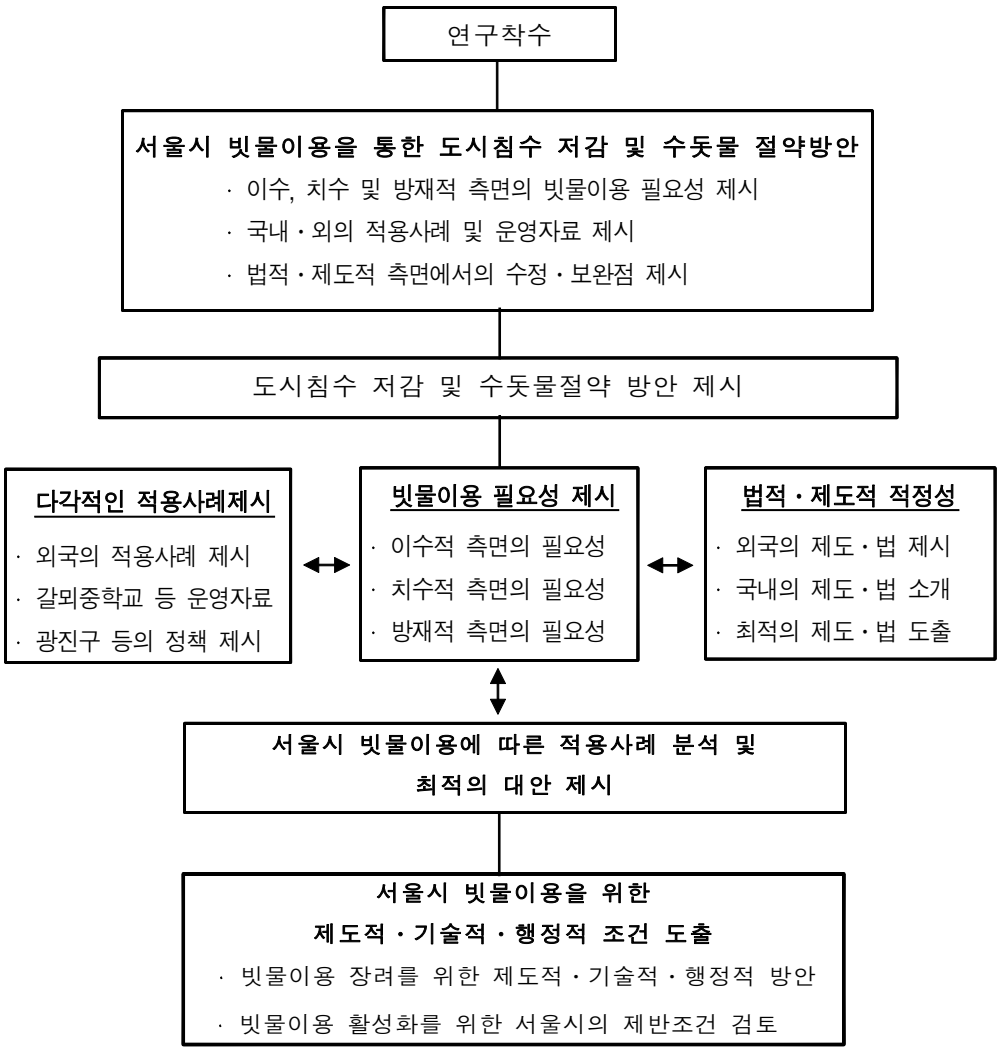
제3장에서는 서울시의 강우패턴과 강우특성을 파악하여 빗물이용의 가능성을 살펴보고, 더불어 서울시의 강우에 대한 침수피해 현황과 원인을 분석하여 빗물저류 및 침투시설의 필요성을 확인하였다. 한편, 서울시 빗물이용 및 홍수피해 저류 가능용량을 서울시 토지지목별, 주택종류별, 학교 등으로 나누어 개략적으로 산정하였다.

제4장에서는 국내·외에서 실제적으로 적용되는 사례를 통해 다양한 방법을 알아보고 세계적으로 보급되어 있는 실용화 시설을 검토하였다. 특히, 일본 빗물이용의 구체적인 사례와 문제점, 유지관리방안 등에 대하여 검토하였다.

제5장에서는 빗물관련시책에 대한 보조금, 조성제도 등에 대하여 일본, 독일 등에 관하여 검토하였다.

제6장에서는 결론 및 정책건의 사항으로서 빗물이용 장려를 위한 용적률 인센티브 및 경제적 지원, 빗물이용시설의 설치대상의 시설기준 조정, 요금 감면 등 제도적 방안, 빗물저류기술 등의 기술적 방안, 담당부서 마련 등의 행정적 방안과 청계천 및 관악구 난곡지구에 빗물저류시설 설치 필요성을 제안하였다.

2. 연구추진체계

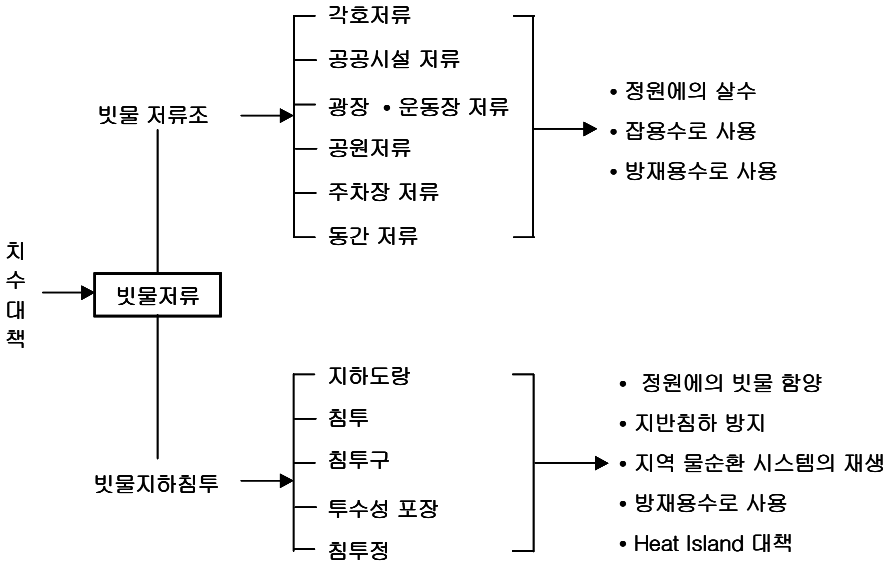


<그림 1-1> 연구의 체계

제 2 장 빗물이용의 효과, 용도 및 유지관리기술

제1절 빗물이용의 개념

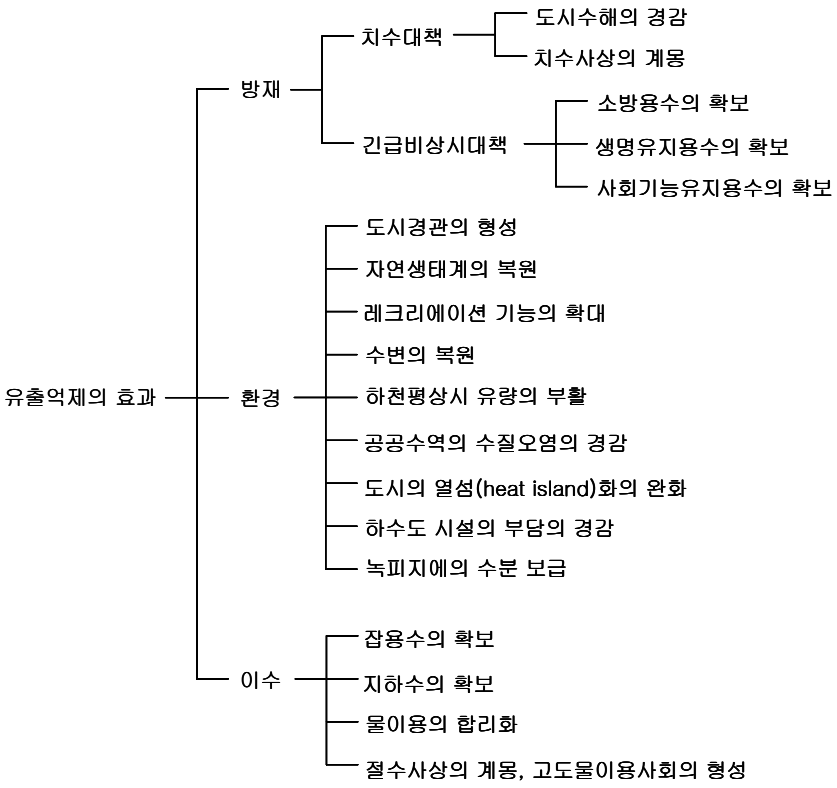
직접적인 개념의 빗물이용이란 <그림 2-1>과 같이 주택 건물의 지붕이나 옥상, 테라스, 데크 등에서 빗물을 취수하여 이것을 지하 등에 설치된 저류조에 저장하여 화장실용 세정수나 살수 등의 잡용수로 이용하는 것을 말한다. 또한 빗물이용이란 홍수 방제측면(치수대책)에서 빗물을 지하침투시켜 지역물순환시스템의 재생, 지반침하 방지, 정원에의 빗물 함양, 도시의 열섬화 방지대책 등에 기여하는 것을 말한다.



<그림 2-1> 종합적 빗물이용 시스템

제2절 빗물이용의 효과

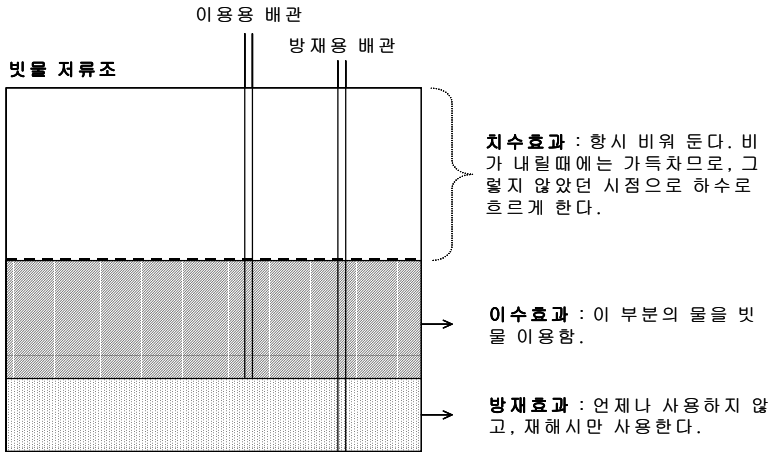
빗물 이용의 효과는 <그림 2-2>와 같이 크게 방재, 환경, 이수의 3가지 측면으로 그 효과를 살펴볼 수 있으며, 방재적 측면의 효과는 다시 치수대책과 긴급비상시 대책으로 구분된다.



<그림 2-2> 빗물이용의 효과

<그림 2-3>은 빗물이용의 치수, 이수, 방재 효과를 개념도로 나타낸 것이다. 즉, 강우전에 빗물저류조의 1/2밖에 물이 없다면, 용량의 1/2의 치수효과가 얻을 수 있는 이유이고, 또한, 저류조가 가득차 있으면, 이수효과는 100%이고, 그 시점에서는, 방재효과도 100%이다. 한편, 만약 저류조가 가득차 있다면 치수효과는 0%이며, 비어 있다면 치수효과는 100%이지만, 이수효과 및 방재효과는 0%이다. 즉, 저류조를 설치한다면 3가지의 효과를 기대할 수 있지만, 때로는 전혀 효과가 없는 경우가 있을 수 있다.

빗물이용시설을 설치할 때에 효과를 어디까지 생각하느냐가 설계시 중요한 관점이다. 특히, 대규모 시설을 설치할 경우에는 각각의 효과마다 용량을 계산하여 최종적인 저류조의 크기를 정한다. 그러나, 소규모의 경우 각각의 효과마다 저류조의 용량을 정해도 그다지 의미가 없다. 예를 들면, 2㎥의 저류조에서 치수효과를 1/2로 보고 반을 언제나 비워 둔다고 효과적이 아니라는 뜻이다.



<그림 2-3> 빗물이용의 효과개념도

1. 방재적 측면

크게 치수대책과 긴급비상시대책으로 나눌 수 있다. 우선, 치수대책으로는 내리는 빗물을 한꺼번에 하수관거로 유입시키지 않고 빗물저류조에 임시 저류시킴으로써, 수많은 소규모 댐을 건설하는 것과 같은 효과를 나타낼 수 있다. 즉, 빗물이용시설의 설치로 도시형 홍수예방 및 도시수해의 경감이 가능하며, 긴급비상시에는 소방용수, 생명유지용수 및 사회기능 유지용수 확보의 효과를 나타낸다. 이를 위해서는 빗물저류조의 50% 정도는 빗물을 저류시키지 않고, 늘 비워둔다. <사진 2-1>은 2001년 집중 호우시 하수관거에 일시에 하수관용량을 초과하는 빗물이 유입되어 침수 피해를 입은 중랑천과 지하철 역사의 사진이다.

<사진 2-1> 2001년 침수피해

2. 환경적 측면

도시 경관의 형성, 자연생태계 복원, 레크리에이션 기능의 확대, 수변의 복원, 하수도 시설의 부담 경감, 녹지에의 수분공급, 공공수역의 수질오염의 경감, 도시의 열섬화 완화 등의 효과를 나타낸다. <사진 2-2>는 수돗물을 이용하여 단지내에 인공시냇물을 만들어 친환경적인 아파트를 조성한 사진으로서, 환경용수를 수돗물 대신 빗물을 활용하는 경우에 수돗물 절약과 함께 도시침수 예방효과도 나타낼 수 있다.

<사진 2-2> 인공시냇물 조성 친환경 아파트

3. 이수적 측면

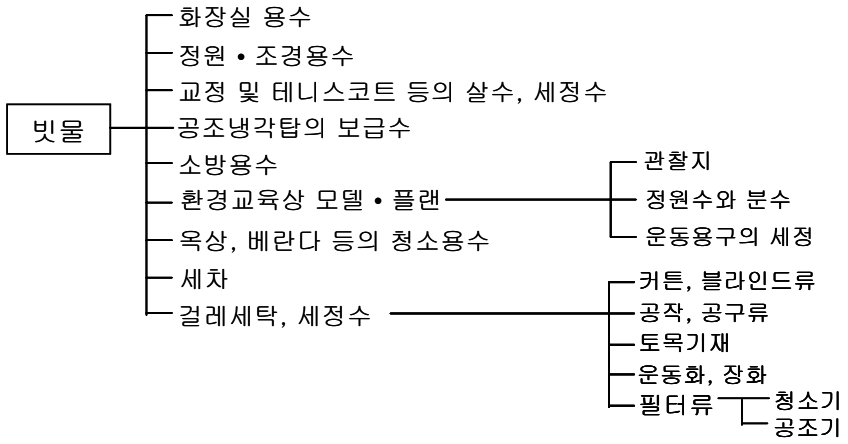
이수측면의 효과로는 사용이 가능한 범위 내에서 수돗물을 대신하여 빗물을 사용함으로써 잡용수의 확보, 지하수의 확보, 합리적인 물이용 등을 통해 수돗물 사용의 절감효과를 나타낸다. 또한, 합리적인 물사용으로 절수사상의 계몽, 고도물이용사회 형성의 효과를 나타낸다. <사진 2-3>은 학교에서 빗물을 청소용수로 활용하고 있는 사진이다.

<사진 2-3> 청소용수로의 빗물이용

제3절 빗물의 용도

빗물의 용도는 <그림 2-4>와 같이 상수와 같은 수질을 필요로 하지 않고, 인체에 영향을 주지 않는 범위의 용도로 한정한다. <표 2-1>에는 빗물의 용도별 기능 및 기본적인 요건을 나타내었다.

특히, 빗물을 옥상녹화에 다른 조경용수로 사용할 경우, 단순한 빗물의 활용뿐만 아니라 단열효과, 흙이나 나무가 빗물을 흡수하는 현상에 의한 비의 유출억제효과, 일사의 영향에 의한 옥상열화방지, 사람의 눈을 온화하게 하는 심리적 효과, 건축물의 라이프 사이클 비용을 저감시키는 효과까지 부차적으로 얻을 수 있다. 예를 들면, 일사량이 많은 여름철의 경우 열전도성이 높은 방수아스팔트와 콘크리트로 인해 빌딩 옥상의 표면온도가 60℃ 가까이 도달하는 것으로 조사되었다. 이때 지붕 위에 설치된 물뿌리개 장치를 이용하여 저류된 빗물을 지붕에 뿌려 건물 내부의 기온을 25℃ 정도로 낮추는 용도로 사용하여 여름철 냉방에 따른 전력 사용량의 증가를 예방할 수도 있다.



<그림 2-4> 빗물의 용도

<표 2-1> 빗물의 용도별 기능 및 기본적인 요건

구 분		기 능	재이용에 요구되는 사항		
			심미적 사항	공중위생적 사항	기기·설비에 대한 사항
생활용	수세식 화장실 용수	오물을 운반하여 배제함	· 불쾌감이 없어야 함 · 청결감을 느낄 수 있어야 함	· 인체에 영향이 없어야 함 · 환경적으로 위생적이어야 함	· 장해가 없을 것.
	청소 용수	대상물을 청결하게 함	· 사람이 직접할 경우에 특히 청결해야 함.	· 인체에 영향이 없어야 함 · 주변환경에 영향이 없어야 함	· 자동기기일 경우 기기에 장해가 없어야 함.
	세차 용수	차체의 오물을 씻어내고 깨끗이 함	· 사람이 직접 세차할 경우는 청결하여야 함 · 세차 후 차에 얼룩이 없어야 함	· 사람이 직접 세차할 경우 인체에 영향이 없어야 함	· 염류가 다량 함유되지 않고 · 녹슬지 않아야 하며 광택을 유지할 수 있어야 함
	살수 용수	화초, 수목에 수분을 공급하는 것	· 청결하면 좋음	· 인체에 영향이 없어야 함 · 노상살수, 화초 및 수목에 따라 수질에 차이가 있음	· 장해가 없을 것
공업용	냉각 용수	공조안의 온도를 냉방 또는 난방에 의해 쾌적한 환경으로 함	· 관계없음	· 관계없음	· 장해가 없을 것.
환경용	연못, 분수	정신적, 육체적 휴식공간을 제공함	· 청결해야 함	· 금붕어가 서식할 수 있어야 함 · 피부접촉, 호흡에 대한 특별한 고려가 있어야 함 · 인체에 영향이 없어야 함 · 환경적으로 위생적이어야 함	· 장해를 일으키지 않아야 함.
측 정 항 목			수온, 투명도, 외관, 냄새, 탁도	대장균수, 일반세균, 잔류염소, 바이러스	BOD, SS, pH

제4절 빗물저류조의 재질, 용량 및 수질

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 지붕면으로 한다. 집수를 지붕면에서 하는 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 제거함으로서 박테리아성 오염을 최소화하고 집수된 물의 수질을 좋게 유지해야 한다.

2. 빗물연결관

빗물 연결관은 지붕 등 집수면에서 집수된 빗물을 저류조로 보낼 때 필요한 것이다. 이것은 한 개 또는 여러 개의 빗물받이 홈통을 연결하는 것으로, 빗물을 이동시키기 위한 연결관은 플라스틱, PVC 등의 불활성 물질로 만들어야 한다.

빗물연결관을 선택할 때 고려해야 할 점은 침전물 받이로 집수면의 찌꺼기가 저류조로 들어가는 것을 막기 위해 기울어진 통을 사용하거나 초기 빗물 배제장치를 설치하여 초기의 빗물이 빗물 저류탱크에 들어가지 않도록 하는 것이다.

3. 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, 폴리에

틸렌과 스테인레스 스틸이 그 재질로서 적당하다. 폴리에틸렌 저류조의 경우 세척이 쉽고 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 경사지게 설계하여 침전물의 수집과 배제를 쉽게 할 수 있도록 한다.

빗물저류조의 크기는 보통 집수면적과의 관계에 의해 결정된다. 즉,

빗물저류조의 용량(㎥) = 집수면적(㎡) × 계수 C(m)

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 = 0.05로 규정하고 있다. 따라서 50평 단독주택의 경우 건폐율을 60%로 하면 건물면적이 30평으로 적합한 빗물저류조 크기를 계산하면, 30평 × 3.3 × 0.05m ≒ 5㎥가 된다. 이 용량을 확보하면 집수면에 내린 빗물의 70% 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 효과적이다.

그러나, 빗물저류조의 크기가 커질수록 빗물 이용률이 증가하는 것은 아니다. 빗물저류조의 용량이 크면 월류되는 양이 줄어들게 되어 집수되는 양이 많게 되지만, 실제 빗물 이용률의 증가는 용량을 50% 증가시켜도 5~10%의 증가율만을 나타낸다. 결국, 빗물저류조는 용량이 크면 클수록 좋다고 말할 수는 없는 것이다. 특히 기존의 시설에서는 빗물저류조의 설치 장소를 확보하기 어려운 경우가 많기 때문에 가급적 앞의 식에서 계산한 적합한 빗물저류용량에 접근하도록 하여 부족분은 상수도에서 보충하도록 하는 것이 바람직하다.

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. 강수의 수질은, 지역, 계절, 대기오염 상황 등에 의해 다르고, pH가 약간 산성을 나타내는 것이지만, 일반적으로 깨끗하다. <표 2-2>는 한국건설기술연구원에서 입수된 미공개자료로

여러 집수면으로부터 유출된 빗물을 채취하여 성상을 분석한 수질결과는 <표 2-2>와 같다.

<표 2-2> 빗물 집수장소에 따른 수질측정 결과 (n=5)

항목		직접 집수	일반 집수면	처리 집수면	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**
	최서	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_3-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_3-N (mg/L)	**평균**	**0.29**	**0.53**	**0.32**	**0.18**	**0.13**	**0.88**	**1.17**	**0.15**
	최소	0.25	0.80	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^{-1})	**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_2 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

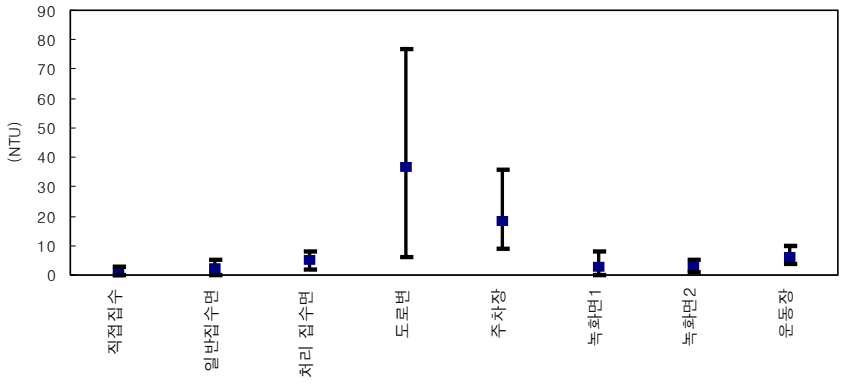
<표 2-3> 먹는물 수질기준

항목	기준
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
NO_3-N (mg/L)	10 mg/L 이하
NH_3-N (mg/L)	0.5 mg/L 이하
일반세균(ml^{-1})	100 CFU/㎖ 이하

* 상수도 통계연보(2002)

한편, <표 2-2>를 이용하여 이해하기 쉽게 그림으로 나타내면 <그림 2-5>~<그림 2-9>와 같다.

(1) 탁도(Turbidity)

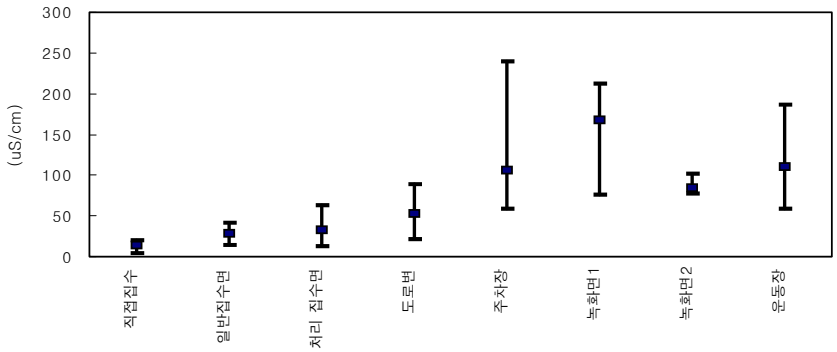


<그림 2-5> 집수면 특성에 따른 탁도(Turbidity)

탁도의 경우에는 <그림 2-5>와 같이 도로변 및 주차장에서 유출된 도로배수의 경우가 가장 높게 나타났다. 즉, 자동차 배출가스, 타이어가루 등 오염된 노면이 강우에 유출되면서 탁도가 높에 나타나는 것으로 판단된다. 그러나, 일반집수면 등 다른 장소에서는 10NTU 미만으로 그다지 높지 않은 값을 나타내고 있으나 조경용수, 살수용수, 화장실용수, 세차용수, 청

소용수 등으로 활용하기 위해서는 오염된 초기강우를 중수도 시설기준인 2NTU 이하로 초기 빗물배제관이나 망(스팅)등에 의해 빗물을 처리한 후 이용하여야 할 것이다.

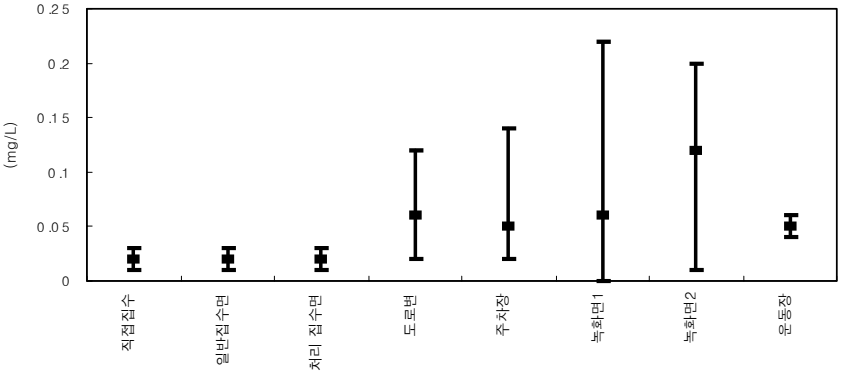
(2) 전기전도도



<그림 2-6> 집수면 특성에 따른 전기전도도

전기전도도의 경우에는 <그림 2-6>과 같이 주차장, 녹화면1 및 잔디운동장의 경우가 특히 높게 나타났다.

(3) 중금속류 (철)



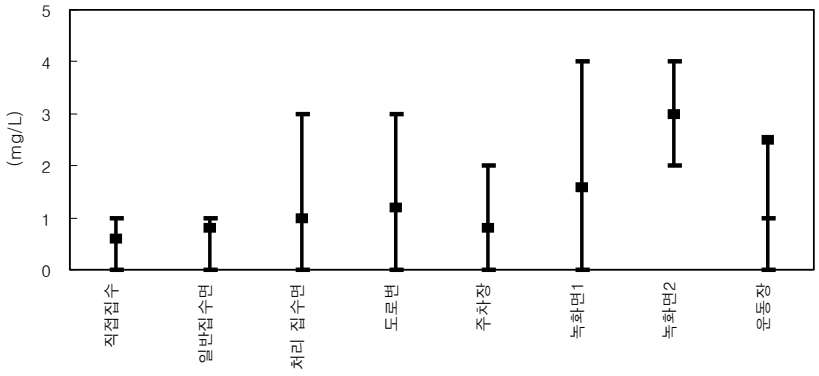
<그림 2-7> 집수면 특성에 따른 중금속류(철)

철의 경우 직접강우나 실제건축물에 설치된 콘크리트 집수면과 일반집수면표면에 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, <표 2-3>과 같이 평균치로는 음용수 수질기준치보다 상당히 낮은 값으로 중금속에서는 조경용수 등의 잡용수로 이용하기 위한 수질은 문제가 없는 것으로 판단된다.

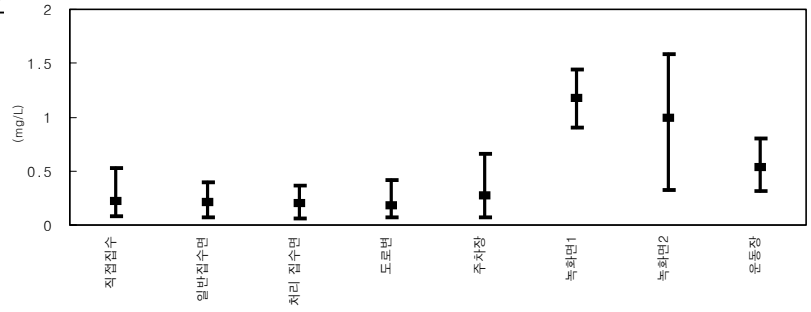
(4) 총질소



<그림 2-8> 집수면 특성에 따른 총질소(T-N)

총질소의 경우 <그림 2-8>과 같이 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 활용하기 위해서는 문제가 없는 것으로 판단된다.

(5) 총인



<그림 2-9> 집수면 특성에 따른 총인(T-P)

총인의 경우에는 <그림 2-9>에서 알 수 있듯이 직접집수수질과 비교하여 총질소와 같이 녹화면 유출수에서 약 3배정도 높게 나타났다. 그러나, 하수처리장 특별 청정지역 방류수 수질기준 2mg/L보다 낮은 값으로서 청소용수 등의 잡용수로 이용하는 데는 문제가 없는 것으로 판단된다.

지금까지 한국건설기술연구원에서 5회에 걸친 여러 집수장소별 빗물수질 측정결과 일반집수면, 처리집수면은 수질이 양호하여 저류조 및 탱크에 부착된 간단한 초기빗물 장치로 처리후에 정원용수 등의 잡용수로 활용이 가능하다. 그러나, 도로면, 녹화면 등에서는 다소 수질이 악화되는 경향을 나타내고 있다. 따라서, 오염된 초기강우에 대한 스크린 및 모래여과 등에 의해 처리하게 되면, 잡용수로서 충분히 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

<표 2-4>는 일본에서 측정된 빗물의 수질을 나타내고 있다.

<표 2-4> 자동채수장치에 의한 빗물의 수질 (1984～1987년도) - 일본

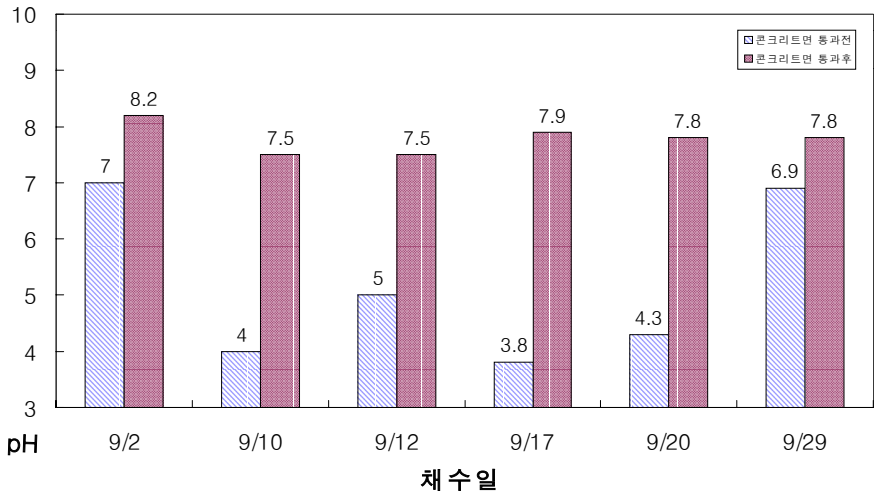
지점명	강수량	pH			H^+	SO_4^{2-}	NO_3^-	Cl^-	NH_4^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+	$nss^- SO_4^{2-}$	$nss^- Ca^{2+}$
	〔mm/년〕	최대	최소	평균	〔ng/mℓ〕	〔μg/mℓ〕									
도 쿄 江東區	1,425	7.0	4.3	4.9	0.01	2.70	2.14	2.06	0.75	1.10	0.16	0.07	0.69	2.55	1.14
나고야 南 區	1,386	6.7	4.3	4.7	0.02	2.45	1.29	1.01	0.55	0.43	0.07	0.06	0.43	2.32	0.41
오사카 池田市	1,507	4.8	4.2	4.5	0.03	1.67	0.91	0.06	0.27	0.29	0.05	0.04	0.37	1.58	0.20
히로시마 庄原市	1,617	6.2	4.4	5.0	0.01	2.06	0.97	1.17	0.55	0.28	0.09	0.05	0.48	1.94	0.26
나가사키 長崎市	1,732	5.4	4.0	4.7	0.02	1.93	0.46	2.09	0.15	0.25	0.22	0.12	1.57	1.64	0.18
全 國	1,533	7.0	4.0	4.7	0.02	2.14	1.12	1.45	0.44	0.40	0.13	0.07	0.74	1.98	0.45

pH 5.6 이하를 나타내는 산성비의 경우, 옥상 등의 콘크리트면을 통과하면 <표 2-5>와 같이 일반적으로 pH가 중성으로 변화되어 빗물이용시설에 대한 산성비의 영향을 특별히 고려할 필요는 없다. 그러나, 산성비가 빗물이용 시설에 미치는 영향으로, 장기이용에 의한 콘크리트의 중성화 및 금속의 부식 등이 발생될 수 있기 때문에, 수조 및 배관 등의 점검을 계속하여, 산성비의 영향을 상시 파악할 필요가 있다. <그림 2-10>은 콘크리트면 통과전후의 빗물의 pH 변화를 그래프로 나타낸 것이다.

<표 2-5> 빗물의 콘크리트면 통과전후 pH값 비교-東京都미나토쿠(港區) (1986년)

구분	채수일					
	9.2	9.10	9.12	9.17	9.20	9.29
콘크리트면 통과전의 우수	7	4	5	3.8	4.3	6.9
콘크리트면 통과후의 우수	8.2	7.5	7.5	7.9	7.8	7.8

*초기우수 1.0㎜ 상당분

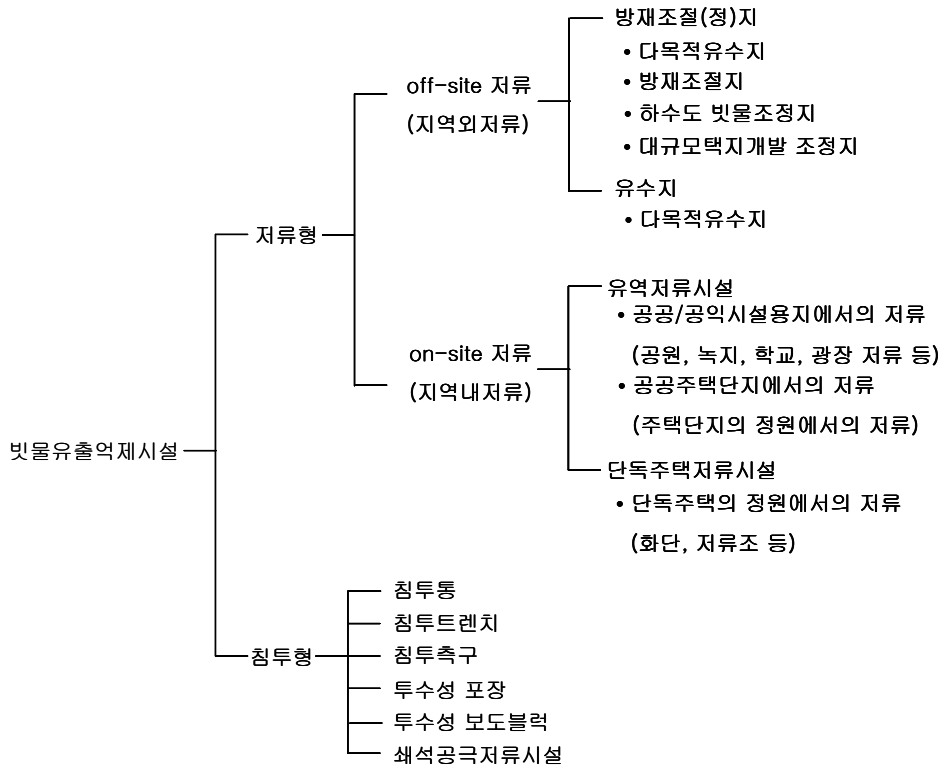


<그림 2-10> 콘크리트면 통과전후의 빗물 pH 변화

제5절 빗물유출 저감시설

유출 저감시설은 종합치수대책에 있어서, 과거 유역이 가지고 있던 보수 및 유수 기능을 보전하고, 택지개발에 따라 증가하는 유출량을 억제하고, 하천하류 지역에 대한 홍수부담의 경감을 목적으로 하여 설치하는 시설을 말한다.

그러나, 우리나라에서는 우수유출 저감 시설 중 침투형 유출저감시설이 2개 지역에서 시범 운영이 되어 치수효과에 대한 분석이 일부 이루어지고 있으나, 구체적인 설치기법 및 기준이 없을 뿐만 아니라 제도적인 장치도 미흡하여 이에 대한 대책수립이 긴요하다고 판단되며 특히 홍수처리능력이 한계에 이른 서울지역에서는 이에 대한 관심과 적극적인 노력이 필요하다. 유출억제시설은 저류시설과 침투시설로 구분할 수 있다<그림 2-11>.



<그림 2-11> 빗물유출억제시설의 종류

1. 빗물의 저류

빗물저류시설은 그 설치위치로 보아 통상 유역의 말단부에 설치되어 유역으로부터 유입된 빗물을 저류할 목적으로 설치된 지역외(유수지/펌프장)저류(off-site retention)와 도시 유역내에 내린 강우가 우수관거, 유수지 및 하천으로 유입되기 전에 물을 일시적으로 저류시켜 유출을 억제하는 지역내 저류(on-site retention) 시설로 분류된다.

지역외 저류시설은 강우시 유출하는 빗물을 임의 유역 출구지점에 집수, 저류하고 억제하기 위한 시설물로서 유수지와 방재조절지 등이 있으며, 지역내 저류시설은 강우시에 빗물의 이동을 최소한으로 억제하고 비가 내린 그 지역에서 빗물을 저류하는 방식으로 공공시설 및 공동주택단지에 저류하는 유역저류시설과 단독주택 저류시설 등이 유출되는 빗물을 유역말단에 집수, 저류, 억제하는 유수지는 빗물 유출량을 일괄적으로 처리하며 일반적으로 대규모의 저류공간을 갖는다. 한편, 연못, 주차장, 공원, 고층주택 및 큰 건물 등의 건물 지하공간

등을 저류공간으로 이용하는 겸용저류조도 효과적인 유출억제에 기여할 수 있다.

지역내 저류는 빗물의 이동을 최소한으로 억제하고, 비가 내린 그 지역에 빗물을 저류하는 방식으로 토지의 이용계획에 있어서 녹지나 시설 등에 내린 비를 저류하는 기능을 포함하고 있으며, 시설 예로서는 건물간, 주차장, 교정, 공원 및 지붕저류 등을 들 수 있으며 각각의 저류한계 수심은 <표 2-6>과 같다.

<표 2-6> 저류시설에 따른 저류한계수심

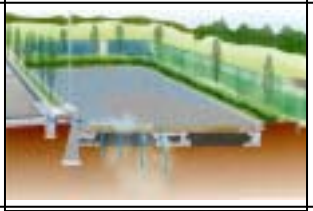
토지이용	저류시설	저류시설 한계수심(cm)
집합주택	건물간저류	30
주차장	주차장저류	10
초등학교	교정저류	30
중학교		30
고등학교		30
아동병원	공원저류	20
근린, 지구공원		30
건물간, 지붕	지붕저류	10~15

* 일본주택단지토목설계요령(안), 우수유출억제시설편, 1987

2. 빗물의 침투

빗물이용은 지붕으로부터 집수관에 모아 사용하는 동시에 월류수 및 지표면에 내린 빗물을 침투트렌치 등 침투시설에 의해 땅속으로 침투시켜 지하수로 환원시키는 방법도 있다. 이는 단지 치수상의 효과뿐만 아니라 지역물순환의 재생에도 도움이 된다. 도시에서는 빗물을 지하로 침투시킴으로써 고갈되어가고 있는 지하수를 다시 함양시키고 지반침하를 막으며 식물을 성장하게 하고 대기를 정화시키는 효과가 있다.

현재 서울시에서는 차도, 보도 등의 도로가 거의 불투수성으로 되어 있어 도시의 열섬화 현상 초래 및 지하수의 고갈, 하천유지 용수부족으로 인한 하천의 건천화, 강우시에 유출계수 증가에 따른 침수피해 등을 보고 있는 실정이다. 따라서, <사진 2-4>와 같은 침투시설 등을 설치하여 도시침수의 피해방지는 물론 도시의 열섬화 방지, 하천유지용수 확보로 인한 하천의 건천화 방지 등을 도모할 필요가 있다.

침투 시설	침투통		침투통 주변에 쇄석을 깔고, 집수된 빗물을 그 바닥면 및 측면 또는 지표에서 비교적 가까운 부분에 침투시키는 시설
	침투측구		투수성 콘크리트재료를 이용하여 측구 바닥면 및 측면을 쇄석으로 충전시켜, 집수된 빗물을 바닥 및 측면에서 침투시키는 시설
	침투 트랜치		굴착한 도랑에 쇄석을 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 쇄석조에 빗물을 담아, 측면 및 바닥면으로 지하에 침투시키는 시설. 쇄석내에 빗물조를 설치하여 빗물을 유효이용하는 경우도 있음
	표면침투		가정의 뜰이나 화단등을 이용하여 빗물을 침투시키는 시설로 자연환경을 훼손하지 않는 장점이 있지만 용지확보가 가능한 지역에 한정됨
	투수성 포 장		빗물을 투수성의 다공질 포장체 등을 통하여 지중에 침투시키는 것. 눈 막힘등에 의한 기능저하를 방지하기 위한 적절한 유지관리가 필요

<사진 2-4 > 빗물 침투시설 종류

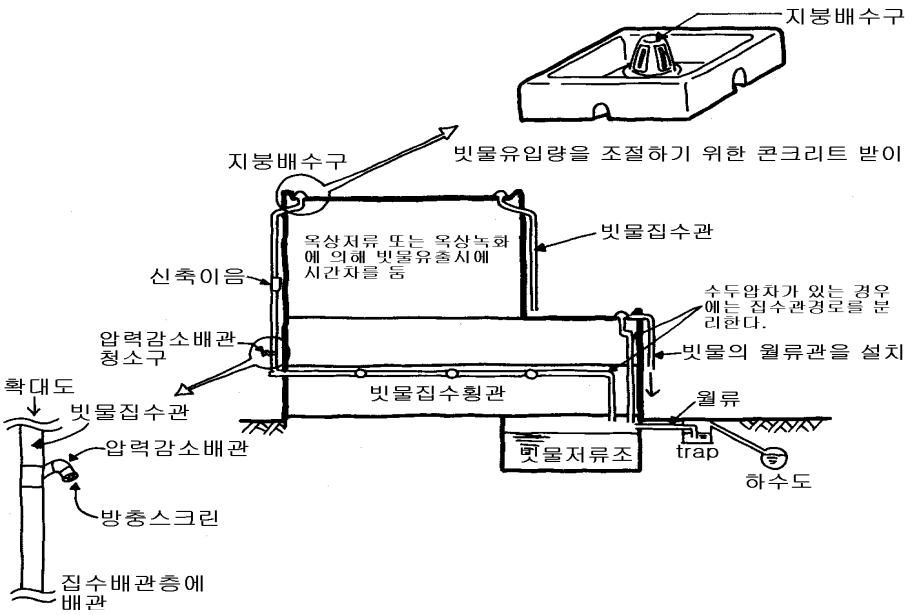
제6절 유지관리기술

1. 시설의 유지관리

빗물저류조가 각종 해충이나 모기의 발생원이 되지 않을 지에 대해서는 걱정할 필요가 없다. 저류조내 빗물은 계속 순환되고 있고 오랫동안 체류하지 않기 때문에 빗물내에 해충의 알이 포함되어 있지 않고 또한 저류조를 청소하기 위해 뚜껑을 열었을 때 모기가 들어가 알을 낳는다고 해도 생육이 이루어지지 않는다. 다만, 빗물저류조에 부착한 수위계를 보면서 일기예보의 강수량 예측에 따라 저류조내에 오래된 빗물이 남지 않도록 한다. 빼낸 빗물은 지하로 침투시킬 수 있다.

수위계는 저류조내의 빗물의 유지관리에 반드시 필요한 장치이다. 수위계에는 부유식과 파이프식이 있고, 전자는 조내에 띄운 볼이 수위에 따라 상하로 움직이고, 이 볼에 붙인 바늘이 저류조내의 수위를 표시하게 된다. 후자는 빗물저류조의 바닥에 투명의 파이프를 접속시키고, 수직으로 올려 파이프내의 도출된 빗물의 높이로부터 수위를 읽는 방식이다.

호우가 지속되고, 일시에 다량의 빗물이 집수관에서 빗물저류조로 유입해오면 바닥에 쌓인 토사 등이 재부유하여 장치에 문제가 생기고, 무엇보다도 저류시 오염된 물이 월류되는 일이 생긴다. 따라서 <그림 2-12>에 나타낸 것과 같이 옥상에서 집수하고 있는 경우에는 지붕 트렌치에 유입억제장치를 설치하거나 지붕트렌치의 주변을 콘크리트로 둘러싸서 집수관에 빗물이 유입되지 않도록 할 필요가 있다.



<그림 2-12> 집중호우시 빗물이용시설로
빗물유입을 조절하기 위한 방법

단, 이 방법은 옥상에 빗물을 일시 저류시켜 누수사고를 생기게 하는 원인이 되므로 집수구와 별도로 토출구를 설치해 월류시키는 방법을 고려해야 한다. 이 경우 집수관의 크기는 월류(over flow)용의 수직 빗물통보다 작게 만든다. 집수관의 수직빗물통 부분에 압력을 완화시켜주는 배관을 하여 집수관내에 이상압력이 발생하지 않도록 한다. 일반가정 등의 소규모 빗물이용시설을 위해서는 빗물관을 수시로 빗물탱크로부터 분리할 수 있도록 하고, 집중호우의 예보가 있으면 그 시점에서 분리시키는 것도 한 방법이다. 혹은 미리 빗물저류조의 물을 빼내고 빈 상태로 두는 것도 효과적이다.

빗물저류조가 지하에 설치된 경우는 그 수면과 침투받이 등 배출구와의 수위차에 의해서 역류의 가능성이 있기 때문에 월류관의 설치 높이에 주의하고 역류방지판을 설치해 둘 필요가 있다. 또한 월류관의 배출구 쪽 선단에는 충분한 토출구 공간을 두도록 한다.

빗물저류조의 월류수 역시 귀중한 자원이므로 가능한 한 하수도관 등으로 배출시키지 않고 땅속으로 침투시켜 지역 물순환의 재생·확보에 기여해야 할 것이다. 부지의 제약 등에 의해 어쩔 수 없이 하수도관으로 배출시키는 경우의 월류관의 설치요령은 침투트렌치 등에 배출하는 경우에 준해서 실시한다.

2. 점검사항 및 주기

깨끗한 빗물을 모아 깨끗하게 사용하기 위해서는 빗물이용설비의 유지관리가 가장 중요하다. 다음과 같이 유지관리의 요점을 정리한 것이다.

(1) 집수면

정기적으로 지붕 등의 집수면을 청소하고, 쓰레기와 동물의 배설물 등을 치운다. 또한 낙엽이 많은 계절에는 종종 청소를 하여 빗물받이가 막히지 않도록 한다.

(2) 침사지, 침전지, 스크린

비가 적은 시기에 침사지와 침전지의 바닥을 깨끗이 청소한다. 지상에 빗물탱크가 있다면 탱크의 바닥에 있는 트렌치관에서 침전물을 배출시킨다. 각 조의 청소는 침전물의 양에 따라 1~5년 정도 둘 수 있다.

(3) 여과장치

여재에 걸러진 토사와 쓰레기 등을 정기적으로 제거한다. 여재가 줄어들었거나 토사류를 여재로부터 분리하는 것이 불가능할 경우는 여재를 보충 또는 교환한다. 여과장치의 내부는 1~3년 간격으로 청소한다.

(4) 빗물저류조

저류조를 1년에 2회 정도 점검하여 침전물이 있으면 제거한다. 저류조 내부의 청소는 필요에 따라 실시하되 집수면과 처리설비의 유지관리를 철저하게 한다면 저류조내의 청소횟수(1~5년에 1회 정도)도 줄어들 수 있다.

(5) 빗물급수설비

펌프 등의 기기는 3개월에 1회 점검하여 정상적으로 작동하는지를 확인한다. 기타 설비는 6개월에 1회 정도 점검하여 상수의 급수설비와 동일하게 유지관리를 실시한다.

빗물이용설비의 유지관리내용과 점검의 주기에 대해 정리하면 <표 2-7>과 같다.

<표 2-7> 빗물이용설비의 유지관리내용과 점검의 주기

설비	점 검 내 용	점검주기			청소주기	비 고
		월	6개월	년		
집수설비	1. 집수면의 퇴적물 및 오염의 점검	○			1~5년	·낙엽지는 계절 주의.
	2. 주변에서 집수면으로 유입·유출여부 점검		○			
	3. 집수시설(지붕, 인공지반슬라브등) 손상의 점검(스크린검사)		○			
	4. 빗물제방, 빗물유입관, 송수관내의 퇴적물·오염 및 누수 등의 점검			○		
	5. 맨홀, 빗물통 등의 손상 점검		○			
침전조	1. 조내의 오염·침전물·부유물의 점검	○			1~3년	
	2. 곤충의 발생상태의 점검	○				
	3. 구조물의 손상의 점검(스크린검사)			○		
여과조	1. 여과재의 오염·침전물·부유물의 점검	○			1~3년	
	2. 곤충의 발생상태의 점검	○				
	3. 구조물의 손상의 점검(스크린검사)			○		
저류조	1. 조내의 오염·침전물·부유물의 점검		○		1~5년	·청소주기는 집수장소 또는 침전조, 여과조의 설치의 유무, 구조, 유지관리의 상태 등에 따라서 차이가 큼.
	2. 경보장치의 작동 확인		○			
	3. 조구조물의 손상의 점검(스크린검사)			○		
	4. 보급수설비의 작동 점검		○			
	5. 송수펌프류의 작동 점검		○			
	6. 맨홀에 설치된 방충망의 점검		○			
빗물고가수조	1. 조내의 오염·침전물·부유물의 점검		○		1~5년	·상동 ·고가수조등의 청소시 빗물조로 유입되지 않도록 주의.
	2. 경보장치의 작동 확인		○			
	3. 조구조물의 손상의 점검(스크린검사)			○		
	4. 맨홀의 자물쇠·방충망의 점검		○			
	5. 송수관등의 손상의 점검			○		
부대장치	1. 수위계, 양수기의 점검	○			-	·양수기의 계량오차 감시
	2. 청소설비의 점검		○			
	3. 제어기, 펌프류, 역류방지밸브, 월류관등의 점검	○				
빗물이용설비	1. 변기류의 오염, 스크린막힘 등의 점검		○		적절한 시기	
	2. 살수·세정용수의 오염, 빗물꼭지가 조여 있는지 등의 점검		○			
	3. 수경시설의 오염, 조류, 벌레 등의 발생상황의 점검		○			
	4. 유입관의 손상의 점검			○		

제 3 장 서울시 강우·침수 현황 및 저류가능용량 분석

제1절 서울시 강우현황

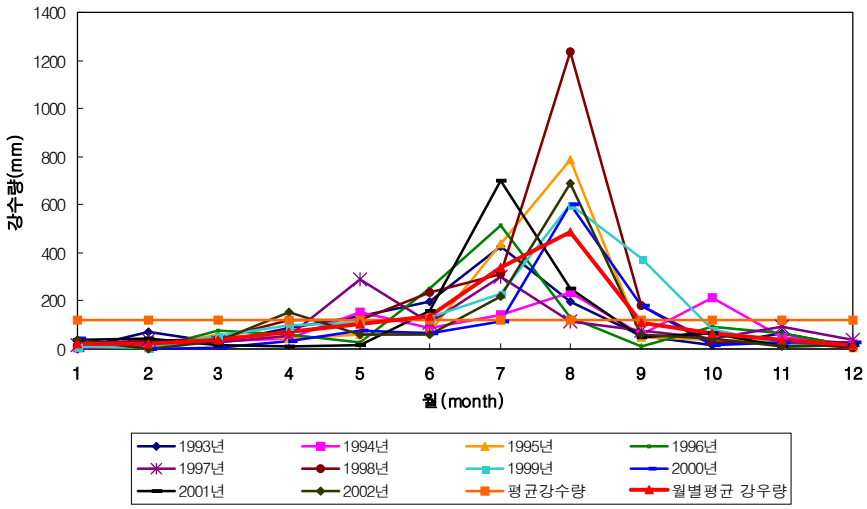
기후특성상 여름철인 6~9월 사이에 장마가 발생하며 이 기간에 내리는 빗물은 총 빗물의 2/3 정도의 비율을 차지하여 연 강수량에 크게 영향을 미친다. 최근 이상기후 현상과 국지성 집중호우 양상으로 빗물이 내려 서울과 같은 밀집형 도시에 큰 홍수피해를 입히고 있다. <표 3-1>은 '93~'02 10년간의 서울시 강수량과 나타낸 것이다. 표를 통해서 알 수 있듯이 서울시의 10년 평균 강수량은 1445.7mm이며 6~9월에 1069.5mm가 내려 전체 강수량의 74%가 이 기간에 집중되어 내리고 있다. 특히 1994년 및 1997년에 각각 49%, 50%의 강수량을 나타내었으나 다른 해에는 67.8~83.9%로서 년간 강수량의 2/3가 6~9월에 집중되는 것을 알 수 있다.

<표 3-1> '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

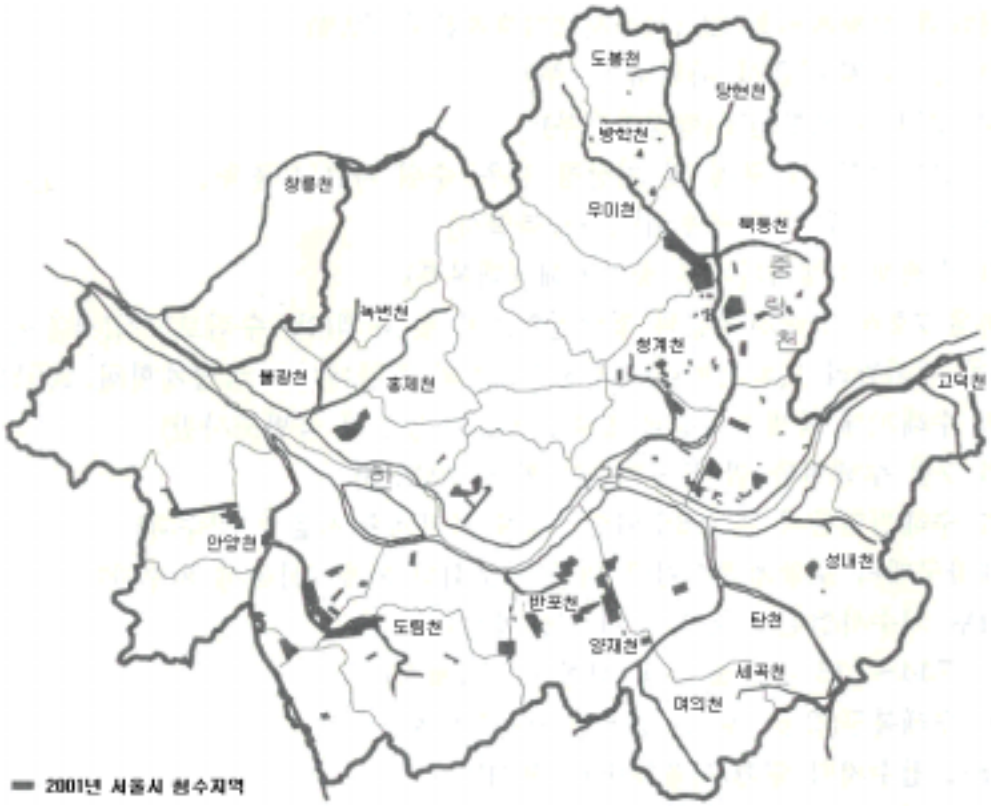
<그림 3-1>은 서울시 10년 강우를 이해하기 쉽게 그래프로 나타낸 것으로, 그래프를 통해서도 6~9월에 강수가 집중되어 내리는 것을 확인할 수 있다.



<그림 3-1> 과거 10년(1993~2002년) 서울시 강수량 추이

제2절 2001년 서울시 침수피해 현황

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 밤에서 15일 오전사이에 서울·경기도지역에 30~310mm의 강우량이 지역편차가 큰 분포를 보였다. 강수량분포를 각 지역에 대해 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 3-2>는 2001년 서울시 침수피해 지역을 나타낸 것이다.



<그림 3-2> 2001년 서울시 침수피해 지역

호우기간의 시간별 자료에 의하면 지속시간 1시간 강우는 관악구 100mm, 서초구 93mm, 강남구 90mm, 성동구 84mm의 순서로 큰 강우를 기록하였으며 2시간 강우로는 관악구 191mm, 서초구 156mm, 노원구 152mm, 성북구 151mm의 순으로 큰 강우를 보였다. 또한 3시간 강우로는 관악구 245mm, 성북구 218mm, 노원구 214mm, 동대문구 209mm의 순서로 강우가 컸으며 24시간 강우량으로서는 관악구 361mm, 강북구 294mm, 성북구 274mm, 노원구 270mm의 강우량을 기록하였다. 이와 같은 시간에 따른 강우량 분포에 대하여 「2001년 수해백서(서울특별시, 2002)」에서는 7월 호우가 서울의 남쪽인 관악구, 서초구, 강남구 등의 지역으로부터 시작하여 북동방향으로 옮겨가면서 성북구, 노원구, 강북구지역인 북동방향으로 이동하였다고 분석하고 있다. 이 과정에서 특히 관악구 도림천유역과 동대문구, 중랑구, 성북구 등의 중랑천유역에 강우가 집중되었다. <표 3-2>는 2001년 서울시의 침수피해 현황을 나타낸 것이다.

<표 3-2> 2001년 서울의 침수 피해현황 (단위 : 백만원, 명)

구분	피해총액	이재민	인명 피해	건물피해 동수	건물 피해액	농경지 피해액	농작물 피해액	공공시설 피해액	기타 피해액
2001	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

2001년의 7월 홍수로 인하여 서울지역에서는 40명이 사망하고 104명이 부상을 당했으며 약 219억원의 재산피해를 입었다. 이중 187억원은 공공시설의 피해액이며 약 32억원은 사유시설의 피해액이다. 이에 대해 복구액은 약 1361억원으로 우리나라에서 복구투입액이 6번째로 크며 전체 복구액의 7.3%를 차지하였다.

더욱이 최근 강우양상의 변화에 의하여 돌발성 집중호우의 발생가능성이 커지면서 2001년도와 같은 강우에 대한 홍수피해는 점점 커질 것으로 예상되므로 안전한 도시구축을 위한 치수대책이 시급히 요구되고 있다.

제3절 2001년 서울시 침수 원인 분석

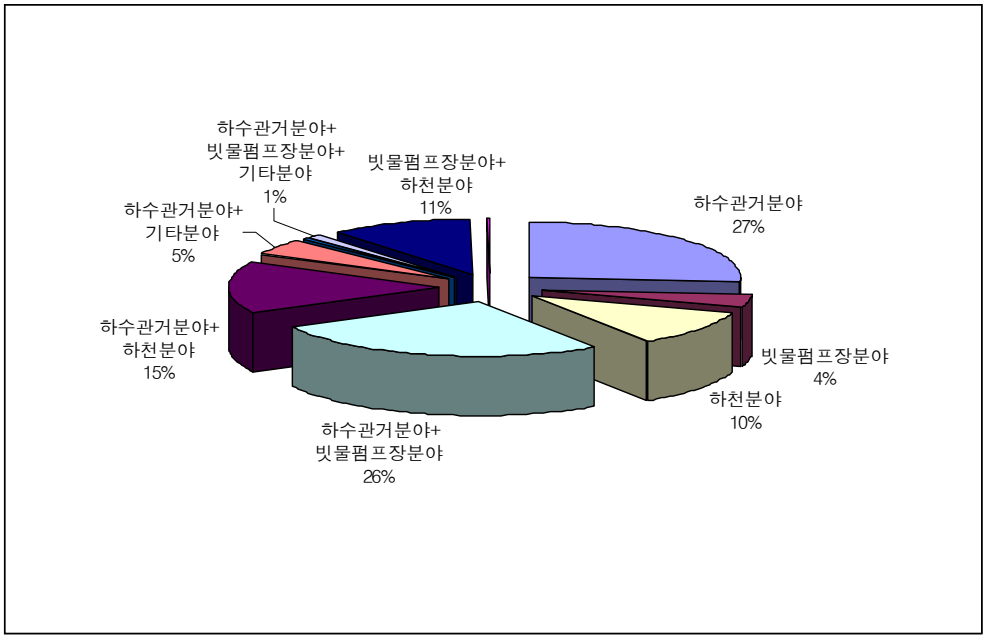
2001년 7월의 단기간 집중호우에 의해 발생한 침수세대수는 총 81,288세대로, 정밀조사된 자료에서 제시되어 있는 침수원인을 분석하면 침수가 단일분야원인에서 발생한 경우는 33,079세대로서 총침수세대수의 40.7%를 차지하고 있으며 이에 대해 침수원인들이 복합적으로 작용하여 침수된 지역은 48,191세대로서 59.3%로 나타나 상당 지역이 복합적인 침수원인에 의하여 침수피해를 입은 것으로 조사되었다.

단일분야원인에 의한 침수는 하천분야나 빗물펌프장분야의 원인에 의해서보다 하수관거원인에 의하여 침수가 발생하였으며 복합원인에 의한 침수도 주로 하천분야원인이 아니라 빗물펌프장원인에 의하여 발생한 세대수가 큰 것으로 나타났다. 이와 같이 침수피해가 주로 내수배제시설과 관련하여 발생한 것을 알 수 있다.

서울시의 2001년 7월 호우에 의하여 발생한 침수피해에 대하여 수해원인별 침수세부원인을 <표 3-3> 및 <그림 3-3>에 나타내었다.

<표 3-3> 서울시 수해원인별 침수피해현황

구분	피해원인	피해세대수
단일분야	하수관거분야	21,556
	빗물펌프장분야	3,118
	하천분야	8,423
복합분야	하수관거분야+빗물펌프장분야	21,499
	하수관거분야+하천분야	12,364
	하수관거분야+기타분야	3,970
	하수관거분야+빗물펌프장분야+하천분야	326
	하수관거분야+하천분야+기타분야	1,035
	빗물펌프장분야+하천분야	8,746
	하천분야+기타분야	251
합 계		81,288



<그림 3-3> 서울시 2001년 원인별 침수피해 현황

제4절 청계천 유역 침수원인 및 피해

1. 침수원인

청계천유역의 해당 자치구인 성동구, 동대문구, 강북구 및 종로구를 대상으로 하여 2001년 7월 호우에 의하여 발생한 침수현황 및 원인에 대해 정리하면 <표 3-4>와 같다.

<표 3-4> 청계천유역의 2001년 7월 호우에 의한 침수현황 및 원인

구별	지역명	침수세대수	침수원인	침수원인분류
성동구	용답동	942	· 천호대로 건너편 경사지인 답십리동(전농천배수구)의 우수가 천호대로를 월류하여 유입 · 기존 하수관거용량 부족	하수관거통수능부족
동대문구	용두2동 118	639	· 간이펌프장 용량 부족 · 정릉천 홍수위 부분 월류 및 관거를 통한 역류 · 교대 뒤 개운산에서 노면수 유입	하수관거통수능부족/펌프용량부족
	제기2동 136	326	· 간이펌프용량 부족 · 하수관거통수능부족 · 정릉천 홍수위의 부분 월류 및 역류	하수관거통수능부족/펌프용량부족
강북구	미아4동 대지극장 뒤쪽	105	· 하수관거의 배수능력 부족	하수관거통수능부족
	미아 8동 323	151	· 하수관거의 배수능력 부족	하수관거통수능부족
종로구	종로 3,4가동	180	· 하수관거경사불량 · 청계천보다 저지대로서 고지대인 율곡로, 을지로, 청계천로 등에서 노면수가 일시에 유입	하수관거경사불량 / 고지대 노면수 저지대 유입
	종로 5,6가동	70	· 하수관거경사불량 · 종로와 청계천로에서 저지대 지역으로 일시에 우수 유입	하수관거경사불량 / 고지대 노면수 저지대 유입
	창신 2동	155	· 하수관거경사불량 · 창신2,3동 고지대 노면수 저지대 유입	하수관거경사불량 / 고지대 노면수 저지대 유입
	숭인 1,2동	45	· 숭인 1동 고지대 노면수 저지대 유입	하수관거경사불량 / 고지대 노면수 저지대 유입

자료 : 2001 수해백서, 서울특별시.

주1) 침수세대수는 주택 및 공장 및 상가 침수세대수를 포함하며, 공공시설 및 기타 개소는 제외시킴.

침수원인을 분석하면 하수관거 능력부족에 의한 침수가 45.9%를 차지하여 가장 큰 침수원인이었으며 다음은 하수관거 용량부족과 펌프용량부족이 원인으로서 36.9%을 차지하여 주로 저지대의 내수배제시설과 관련하여 발생한 것으로 나타났다.

즉, 청계천유역의 주요 침수원인은 강우가 계획강우이상으로 발생하여 우수배제시설이 유출되는 우수를 배제하지 못하는 것을 들 수 있다. 침수를 해소하기 위해서는 하수관용량을 확충하여야 하지만 하수관이 지선관에서 간선으로, 그리고 차집관으로 연결되어 있는 시스템에서 하수관의 일부를 증설하는 것으로 문제를 해결할 수 없다. 기존시설은 그대로 사용하고 유입증가분을 별도의 노선으로 처리하여야 하지만 대부분의 지역들이 이미 하수관이 보급된 상태에서 하수관용량을 전면적으로 증강시키는 것은 실질적으로 불가능하다. 또한 관거용량의 증강은 하천의 홍수부하량을 증가시키는 것이 되므로 하천의 통수능을 고려하여야 하고 하천통수능을 증대시키는 것은 청계천과 같이 주변이 고밀화된 지역에서는 어려운 일이다. 따라서 최대한 유역내에서 우수유출을 저감시켜 하수관과 하천으로 유입되는 우수량을 줄이고 첨두유출을 완화시키는 대책이 필요하다.

2. 침수피해

청계천유역의 침수피해에 대하여 수해원인별로 침수세대수를 <표 3-5>에 나타내었다.

<표 3-5> 2001년 청계천유역 침수원인 분석

침수원인	침수세대수(세대수)	비율(%)
하수관거통수능부족	1,198	45.9
하수관거용량부족/펌프용량부족	965	36.9
하수관거경사불량/고지대 노면수 저지대 유입	450	17.2
계	2,613	100

2001 수해백서에 의하면 2001년 7월 집중호우에 의해 서울시 전역에 45,413세대가 침수피해를 입었으며 청계천유역의 침수현황을 각 자치구별로 주택, 공장 및 상가, 공공시설 및 기타침수 세대수로 구분하여 피해액과 함께 나타내면 <표 3-6>과 같다.

청계천유역의 피해액은 1,097,061천원으로 서울시 총피해액 21,924,875천원의 5%정도 차지하였으며 이중에서도 성동구가 634,897천원으로 57.9%를 차지하여 청계천유역에서 침수피해액이 가장 큰 것으로 나타났다.

<표 3-6> 청계천유역 해당지역의 홍수피해액

구별	자치구 피해액 (천원)	침수피해(세대)			청계천유역 복개구간 피해액(천원)
		자치구	복개구간	비율(%)	
종로구	426,214	549	450	82.0	349,495
강북구	152,123	464	256	55.2	83,972
성동구	1,319,953	1,958	942	48.1	634,897
동대문구	227,757	7,678	965	12.6	28,697
계	2,126,047	10,649	2,613	24.5	1,097,061

주 : 2001년 7월 14일 ~ 15일 호우기간 중

제5절 서울시 빗물이용 및 홍수피해 저류 가능용량

1. 서울시 토지지목별 저류 가능용량

<표 3-7>은 서울시 토지지목별 전, 답, 학교용지, 공원, 체육용지의 현황을 나타낸 것이다. 국지성 호우로 인한 도시침수 현상을 방지하기 위해 학교용지, 공원, 체육용지 등에 내리는 빗물을 저류시설을 설치하여 10mm(C= 0.1)만을 집수한다고 가정하고 빗물의 저류 가능용량을 개략적으로 살펴보면 <표 3-8>과 같다.

즉, 학교용지, 공원, 체육용지의 각각 저류용량은 2,215천㎥, 889천㎥, 73,884㎥로 정원용수, 청소용수 등의 빗물이용은 물론 도시침수 예방효과도 크게 기대할 수 있을 것이다.

<표 3-7> 서울시 토지지목별 현황(2001)

	전체(천㎡)	전(천㎡)	답(천㎡)	학교용지(천㎡)	공원(천㎡)	체육용지(㎡)
서울특별시	605,529	15,172	18,290	22,155 (3.7%)	8,890 (1.5%)	738,836 (0.12%)
종로구	23,913	907	-	854	255	-
중구	99,61	-	-	388	308	97,352
용산구	21,871	74	-	507	32	485
성동구	16,844	320	178	825	77	-
광진구	170,551	71	30	1,027	643	-
동대문구	14,212	103	48	993	105	-
중랑구	18,504	692	423	594	126	-
성북구	24,565	108	66	1,518	35	-
강북구	23,603	121	47	404	59	-
도봉구	20,801	348	310	589	94	-
노원구	35,468	478	506	2,414	620	-
은평구	29,716	836	676	484	56	5,104
서대문구	17,599	140	6	2,097	223	-
마포구	23,874	940	577	570	46	-
양천구	17,401	188	341	734	401	151,533
강서구	41,391	1,476	7,040	815	804	37,856
구로구	20,109	966	745	615	169	-
금천구	13,002	127	64	268	119	14,105
영등포구	24,566	66	90	503	149	-
동작구	16,354	51	47	943	495	1,714
관악구	29,567	160	68	897	220	9,498
서초구	47,138	2,602	2,560	796	594	-
강남구	39,546	1,310	1,552	1,426	1,100	6,908
송파구	33,885	1,174	1,793	1,206	1,588	414,280
강동구	24,577	1,901	1,113	688	572	-

* 출처 : 통계청

<표 3-8> 토지지목별 빗물집수 가능용량(2001)

	학교용지(천㎡)	공원(천㎡)	체육용지(㎡)
서울특별시	2,215	889	73,884
종로구	85	25	-
중구	38	30	9,735
용산구	50	3	49
성동구	82	7	-
광진구	102	64	-
동대문구	99	10	-
중랑구	59	12	-
성북구	151	3	-
강북구	40	5	-
도봉구	58	9	-
노원구	241	61	-
은평구	48	5	510
서대문구	209	22	-
마포구	57	4	-
양천구	73	40	15,153
강서구	81	80	3,786
구로구	61	16	-
금천구	26	11	1,411
영등포구	50	14	-
동작구	94	49	171
관악구	89	22	950
서초구	79	59	-
강남구	142	110	691
송파구	120	158	41,428
강동구	68	57	-

2. 주택 종류별 빗물저류 가능용량

서울시의 주택 종류별 분포는 <표 3-9>와 같다. 빗물저류 시설을 아파트에 설치할 경우 얼마만큼의 빗물저류 효과가 있는지 <표 3-10>에 나타내었다. 이때, 개략적인 저류용량 산정을 위해 최근 건설된 다양한 형태의 아파트를 모두 고려하지 않고, 과거에 건설된 반포 및 잠실 등의 저층 아파트 단지의 평균 지붕면적을 적용하여 계산하였다. 과거 반포 및 잠실 아파트의 평균적인 지붕면적은 11m×60m = 660㎡로 한 경우 저류가능 용량을 산정하였다. 이때, 계수 C는 일본의 기준인 0.1(10mm)로 하였다. 한편, 단독주택은 제2장 제4절의 저류조의 용량에서 저술한 것처럼 50평의 단독주택인 경우 5㎥으로 산출되었지만, 각 가정에 1

㎥의 저류탱크를 설치하였을 경우 얼마만큼의 상수사용량 및 상수요금의 절감 효과를 가져올 수 있는지에 대하여 검토하였다. 그 결과, <표 3-10>에서 알 수 있듯이 712,671㎥의 상수사용량과 255,649천원의 상수요금을 절감할 수 있는 것이 확인되었다. 한편, 1년중 갈수기를 제외한 180일 정도 빗물을 정원용수, 청소용수 등으로 사용하는 경우 12,828만㎥의 수돗물 절약을 기대할 수 있다.

<표 3-9> 서울시 주택종류별 현황

구분	구별	가구수	단독주택	아파트[1)]
도심권(3)	종로구, 중구, 용산구	217,733 (6.1%)	77,089 (10.8%)	58,886 (4.1%)
동북권(8)	동대문구, 성동구, 광진구, 중랑구, 성북구, 도봉구, 강북구, 노원구	1,158,466 (32.4%)	249,132 (35.0%)	426,579 (29.9%)
서북권(3)	은평구, 서대문구, 마포구	433,117 (12.1%)	111,638 (15.7%)	150,018 (10.5%)
동남권(4)	서초구, 강남구, 송파구, 강동구	716,596 (20.1%)	80,728 (11.3%)	377,939 (26.5%)
서남권(7)	강서구, 양천구, 영등포구, 구로구, 금천구, 관악구, 동작구	1,044,316 (29.3%)	194,084 (27.2%)	414,582 (29.0%)
계	25개구	3,570,228 (100.0%)	712,671 (100.0%)	1,428,004 (100.0%)

* 통계청 (2001년 기준)

주1) 아파트 항목에는 연립 및 다세대 주택이 포함.

<표 3-10> 서울시 주택종류별 빗물저류 가능용량(㎥)

구분	구별	가구수	단독주택		아파트[1)](천㎥)
			저류가능용량	절감상수요금(천원)	
도심권(3)	종로구, 중구, 용산구	217,733 (6.1%)	77,089㎥ (10.8%)	27,653	3,886 (4.1%)
동북권(8)	동대문구, 성동구, 광진구, 중랑구, 성북구, 도봉구, 강북구, 노원구	1,158,466 (32.4%)	249,132㎥ (35.0%)	89,368	28,154 (29.9%)
서북권(3)	은평구, 서대문구, 마포구	433,117 (12.1%)	111,638㎥ (15.7%)	40,046	9,901 (10.5%)
동남권(4)	서초구, 강남구, 송파구, 강동구	716,596 (20.1%)	80,728㎥ (11.3%)	28,958	24,943 (26.5%)
서남권(7)	강서구, 양천구, 영등포구, 구로구, 금천구, 관악구, 동작구	1,044,316 (29.3%)	194,084㎥ (27.2%)	69,621	27,362 (29.0%)
계	25개구	3,570,228 (100.0%)	712,671㎥ (100.0%)	255,649	94,248 (100.0%)

* 통계청 (2001년 기준)

주1) 아파트 항목에는 연립 및 다세대 주택이 포함.

주2) 가정용 급수단가 358.72원/㎥(서울시 상수도통계연보, 2003)

3. 학교 빗물저류 가능용량

서울시내 초, 중, 고등학교의 현황을 살펴보면 <표 3-11>과 같다.

<표 3-11> 서울시내 초, 중, 고등학교 현황

구분	학교수(개교)	학생수(명)
초등학교	550	759,010
중학교	358	359,457
고등학교	284	366,556
합계	1,192	1,485,023

* 서울특별시 교육청 통계자료(2003)

주1) 고등학교는 일반계고등학교와 실업계 고등학교만을 합친 것(특수학교 등 제외)

예를 들어 각 학교에 지붕면적을 10m×40m, C=0.05로 하여 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 3-12>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.

만일, 학교에서 빗물을 화장실용수로 학생 1인당 사용량을 10ℓ로 가정하고 방학 및 갈수기를 제외한 180일을 사용기간으로 하는 경우 1800ℓ/인·일 × 1,485,023명 = 267,304만ℓ/일이 된다. 즉, 빗물이용에 따른 1년간 수돗물 절약 및 상수요금은 각각 2,673천㎥과 17.4억원이다.

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

<표 3-12> 서울시 초, 중, 고등학교 빗물이용 가능용량

구분	빗물이용 가능용량
초등학교	550개교 × 20㎥ = 11,000㎥
중학교	358개교 × 20㎥ = 7,160㎥
고등학교	284개교 × 20㎥ = 5,680㎥
합계	23,840㎥

* 서울특별시 교육청 통계자료(2003)

주1) 고등학교는 일반계고등학교와 실업계 고등학교만을 합친 것(특수학교 등 제외)

제 4 장 빗물이용 사례 및 설치계획

제1절 국외

1. 일본

일본은 1980년 이후부터 도시 생태계의 복원과 아울러 빗물이 새로운 수자원으로 인식되면서 빗물을 용수로 활용하는 다양한 기술과 제품들이 개발되고 있다. 공공시설과 민간시설에 설치된 빗물이용시설수는 <표 4-1>과 같다.

<표 4-1> 공공시설 및 민간시설의 빗물이용 시설

구분	0.5㎥ 이상		0.5㎥ 미만의 소규모 탱크	
	빗물이용 시설수	저류용량(㎥)	빗물이용 시설수	저류용량(㎥)
공공시설	1,371	211 천㎥	574	87㎥
민간시설	2,217	133 천㎥	3,725	720㎥
계	3,498	344 천㎥	4,299	807㎥

다양한 빗물이용 사례 중에서 東京都 스미다구(墨田區) 구청청사 및 일반주택의 다양한 빗물이용 사례와 후쿠오카현(福岡縣), 요코하마시(横浜市), 다카마츠시(高松市), 고베시(神戸市), 일본프로야구 Dome 경기장 등의 빗물 수질, 이용현황 등에 소개하면 다음과 같다.

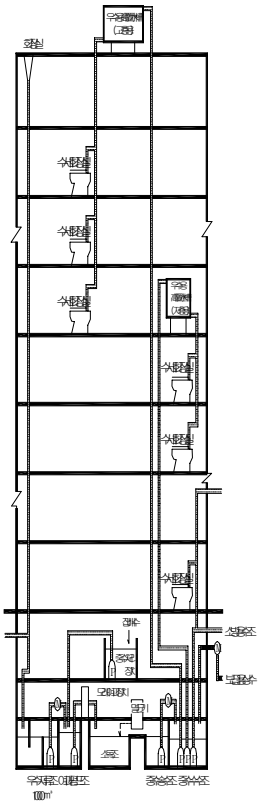
1.1 도쿄도(東京都) 주요 빗물이용 사례

(1) 스미다구청(墨田區廳)

스미다구(墨田區)는 1982년 빗물이용을 시작하여, 구의 건축물 및 공공건축물에 적극적으로 빗물이용을 도입하는 것은 물론, 민간에게서 건축되는 건축물에 대해서도 조성제도를 도입하여 홍수의 방재와 빗물이용을 장려하고 있다.

스미다 구청은 1990년 완공되어 일본 내에서 13번째로 빗물을 이용한 공공기관으로, 구청건물 지하에 빗물 저류 시설을 설치하여 화장실 용수 및 정원용수 등으로 사용하고 있으며,

지붕 집수면적은 5000㎡이다<그림 4-1>. 특히, 옥상녹화를 위한 정원용수의 경우는 일사량이 많은 여름철에는 실내온도를 낮춰 에너지 절감의 효과도 함께 보고 있다<사진 4-1>, <사진 4-2>. 또한, 홍수기에 빗물이 하수도로 한꺼번에 유입되는 현상을 방지하기 위해 평상시에는 지하 저류조 용량(1000㎥)의 반인 500㎥은 홍수방지용 저류조로 비워두고 있으며, 지진 등의 재해발생시에 소방용수와 비상 음용수로도 활용하고 있다. 한편, 1998년에는 화장실의 연간 사용수량의 약 36%에 해당하는 약 4,660㎥을 빗물로 사용했다.



<그림 4-1> 스미다구청 빗물이용시스템 개략도

<사진 4-1> 스미다구청 옥상녹화 -1

<사진 4-2> 스미다구청 옥상녹화-2

(2) 신코쿠기관

일본의 스모(씨름) 경기장인 신코쿠기관(新國技館)은 대표적인 빗물 이용시설로서 집수면에 내리는 빗물을 지하의 이중슬래브에 저류하여 화장실세정수 및 냉각탑 보급수로 이용하고 있다. 씨름대회 45일과 기타 행사 45일의 계 90일간 사용되어, 쿠라마에(藏前)國技館의 사용실적에서 사용량을 계획하고, 빗물이용 시뮬레이션(simulation)을 행했다. 양호한 수질을 확보하기 위해 강우초기 빗물을 우량계와 timer에 의해 배제시키고 1㎜/h 이상의 비가 약 10분 이상 연속하여 오는 경우에만 저수하고 있다.

- 지붕면적(집수면적) : 8,360m^2
- 지하 저류조 용량 : 1,000m^3
- 빗물처리 : 침전, micro strainer, 소독
- 사용용도 : 화장실 세정수, 냉각탑 냉각용수, 자가발전설비 냉각수 등

빗물이용시스템의 설계에 있어 다음 세 가지 사항에 유의했다.

① 지하수조로 빗물의 이상유입방지를 위해 유입변, 긴급폐지변, 이상수위방지변, 용수조(湧水槽)로부터 오버플로(over flow)와 배수펌프를 연결

② 연속적 다량 빗물을 처리하기 위하여 회전식 자동세정여과기능을 채택하였으며, 오염된 초기강우빗물이 유입되지 않도록 우량계 및 타이머로 유입변을 제어

③ 저류빗물의 부패방지를 위해 저류빗물을 1, 2주마다 순환펌프로 순환시키고, 잔류염소농도를 일정하게 유지

<표 4-2>와 <표 4-3>은 빗물이용 상황과 수질분석값을 나타낸 것이다.

<표 4-2> 신코쿠기관(新國技館) 빗물이용상황

적요	1985년			1986년									합계
	10월	11월	12월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	
①상수합계	1883	478	962	4401	1317	671	1083	4453	1161	693	1723	4390	23215
②잡용수·화장실세정수	798	713	952	2407	961	431	551	2556	714	408	409	2261	13161
③잡용수·냉각탑보급수 외	203	35	17	46	22	106	28	434	147	273	532	1151	2993
④잡용수소계 (②+③)	1001	747	969	2453	983	537	579	2990	861	681	941	3412	16154
⑤총사용수량 (①+②+③)	2884	1225	1931	6854	2300	1208	1662	7443	2022	1374	2664	7802	39369
⑥상수급수	2599	816	2008	6859	2365	704	1088	6060	1958	694	2140	6951	34212
⑦빗물급수	285	409	0	0	0	504	574	1383	64	680	524	852	5275
빗물이용률 (⑦/④) [%]	28	55	0	0	0	94	99	46	7	100	56	25	33
강우량[㎜]	92	85	18	15	27	188	88	210	138	137	233	190	1411

<표 4-3> 신코쿠기관(新國技館) 빗물이용의 잡용수 수질분석값(1985년)

수 질 항 목	5/8	6/5	7/3	8/28	9/11	설계목표수질	음용수기준
탁 도 〔도〕	0.2	0.1	1.6	0.0	0.1	20이하	2이하
색 도 〔도〕	2.0	3.0	4.5	1.0	2.0	30이하	5이하
악 취	없음	없음	없음	없음	없음	불쾌취없음	—
BOD 〔㎎/ℓ〕	3이하	3이하	3이하	3이하	3이하	10이하	—
COD 〔㎎/ℓ〕	3이하	3.3	3이하	3이하	3이하	20이하	—
SS 〔㎎/ℓ〕	3이하	3이하	3이하	3이하	3이하	5이하	—
대장균군수 〔개/㎖〕	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
일반세균 〔개/㎖〕	0	16	0	0	0	100이하	100이하
pH	8.7	7.7	7.0	7.8	7.3	5.8~8.6	5.8~8.6
전기전도도 〔μS/㎝〕	84	260	67	290	270	—	—
경 도 〔㎎/ℓ〕	14	65	14	79	81	300이상	300이하
잔류염소 〔㎎/ℓ〕	0.1	0	0	0	0.25	—	—
구 리 〔㎎/ℓ〕	0.23	0.23	0.07	0.12	0.06	1.0이하	1.0이하

* 잡용수로서 화장실세정수를 채수했다.

소변기자동세정방식의 채용에 의해, 쿠라마에(藏前)國技館으로부터 계획사용량보다 화장실세정수의 대폭증가와 강우초기여과기자동세정의 배수에 의한 집수량이 감소하여 빗물이용률이 예측보다 값이 낮아졌다. 수질은 초기 목표 값을 거의 달성하였으며, 순환펌프와 염소주입을 일시적으로 멈춘 경우 대장균이 대량으로 발생하고, 순환펌프의 유효성이 확인됐다.

빗물이용시설의 유지관리측면에서는 거의 자동세정방식에 의해 여과시설이 가동되고 있으며, 빗물통은 10년만에 퇴적미립토를 청소했다. 현재, 시스템은 정상적으로 계속 가동되고 있으며 큰 문제는 일어나지 않고 있다.

(3) 고가네이시(小金井市) 환경공생주택

고가네이시(小金井市)는 지구환경에 부하를 주지 않는 환경공생주택을 도입하였다. 태양발전이나 풍력발전을 에너지원으로 지하에 저류한 빗물을 채소밭, 벽면녹화 등으로의 관수나 비오톱(biotope)용수로 재이용함과 동시에 빗물을 지하 침투시키는 종합적 물순환시스템을 도입하고, 전원형의 주거형태를 원하는 사람을 대상으로 「환경을 고려한 주택」을 공급하였다. <표 4-4>는 환경공생주택의 건축개요를 나타냈으며, <표 4-5>는 환경공생 주택에 적용된 빗물이용시설의 개요를 나타내었다.

<표 4-4> 고가네이시(小金井市) 환경공생주택 건축개요

건설지	도쿄(東京都) 고가네이시(小金井市) 貫井 北町 3-991-1
부지면적	3642.98㎡
건물구조	철근콘크리트조 지상 3층, 공동분호주택(43호)
건축면적	1299.75㎡
연면적	2966.37㎡
용도	제 1종 주거전용지역, 제 1종 고도지구
입주	1995년 6월

<표 4-5> 고가네이시(小金井市) 환경공생 주택에 적용된 빗물이용시설의 개요

집수면적	약 600㎡(공동주택 지붕면적)	
장 소	공동주택	
빗물저류조 용량 및 용도	약 80㎥	옥상녹화, 벽면녹화, 공용복도, 발코니(balcony) 등의 관수
	약 40㎥	비오톱(biotope)용수

유지관리는 일반 공동주택과 같으며, 시공주로부터 입주자의 공급시 설계계획 의도를 정확하게 전하기 위해 설계자, 시공자 등을 포함한 「지구 빌리지(Earth Village) 연구회」를 조직하고, 관리운영에 대해서 정기적인 정보교환을 하는 등의 소프트웨어 서비스(software service)를 행하고 있다.

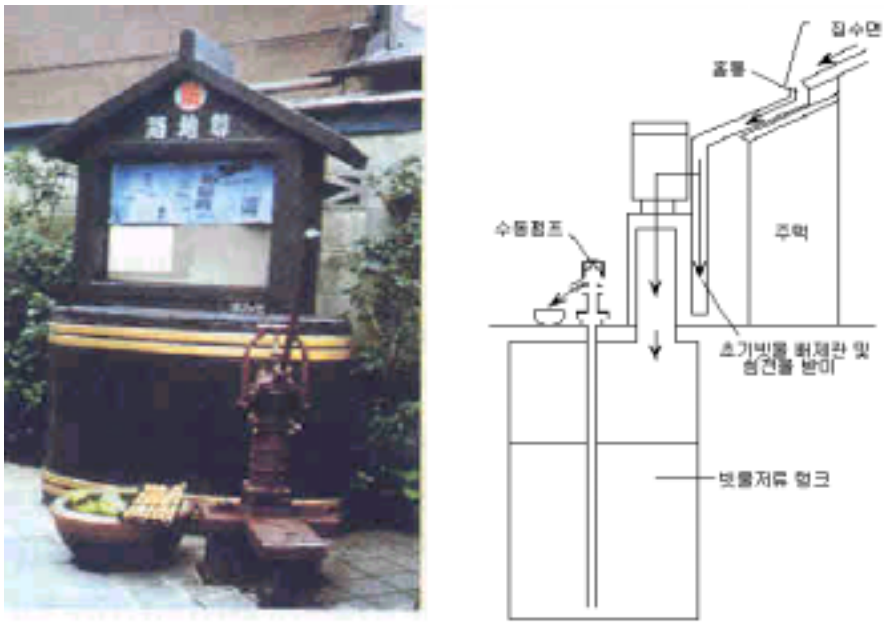
(4) 단독주택

단독주택에서 빗물을 활용하는 경우 크게 두 가지 경우가 있다. 빗물 저류조를 지하에 매설하여 노지존(路地尊)을 이용하는 경우와 지하 저류조를 지상에 설치하여 천수존(天水尊)을 이용하는 것이다.

① 지하 빗물 저류조 -노지존(路地尊)

빗물저류조를 지하에 매설하는 경우 잡용수로의 빗물 재활용과 더불어 비가 다량으로 내릴 때 홍수방재의 용도로도 그 사용이 가능하다.

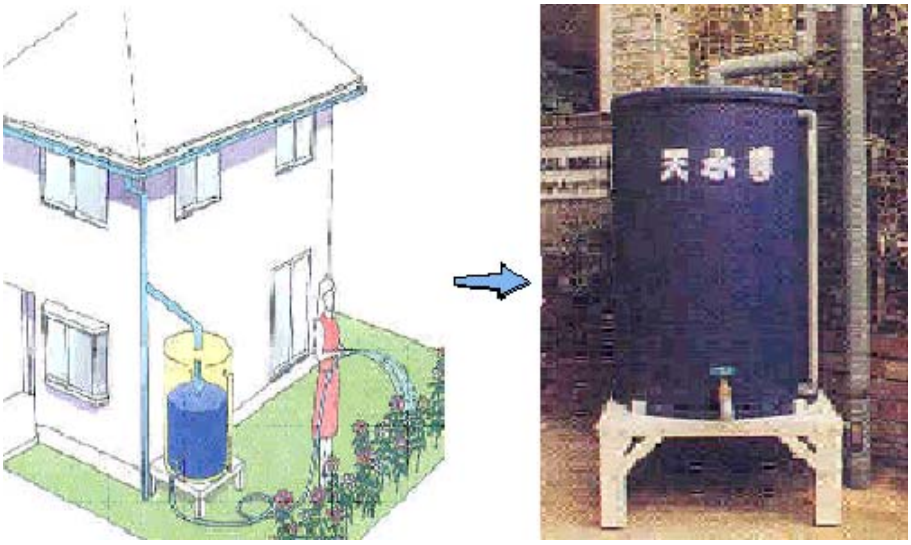
또한, 빗물을 일반 주택의 근처 지하 탱크에 저장하여 물이 필요할 때마다 수동펌프를 이용해 손쉽게 물을 이용할 수 있는 노지존(路地尊) 등을 설치하여, 정원용수 및 비상시의 비상용수 등으로 사용하고 있다<그림 4-2>. 더불어, 노지존(路地尊)은 어린이들에게는 빗물이용에 대한 교육적인 효과와 정서함양의 효과도 있다.



<그림 4-2> 노지존(路地尊) 사진과 모식도

② 지상의 빗물저류조-천수존(天水尊)

빗물 저류조를 지하에 매설하지 않고, 간단한 빗물통을 지상에 설치하여 정원용수 및 청소용수 등의 잡용수로 활용이 가능하다<그림 4-3>. 비상시에는 음용수로의 활용도 가능하다.



<그림 4-3> 단독주택의 지상 빗물 저류조-천수존(天水尊)

(5) 빗물의 다양한 활용

스미다구에서는 빗물저류시설을 이용한 건물내에서의 이용뿐만 아니라, 환경친화적인 공간조성을 위해 조성된 옥상녹화, 벽면녹화, 가로수 및 가로녹지대에 빗물탱크를 설치하여 저류된 빗물을 다양하게 활용하고 있다. 즉, 빗물펌프장 관리인 휴게소 집수면에 떨어진 빗물을 <사진 4-3>과 같은 탱크에 모아 타이머에 의해 녹화된 벽면에 조경용수로 빗물을 공급하고 있다<사진 4-4>, <사진 4-5>.

<사진 4-3> 빗물 펌프장 관리인 휴게소에 설치된 빗물 탱크

<사진 4-4> 스미다구(墨田區)의 벽면녹화-1

<사진 4-5> 스미다구(墨田區)의 벽면녹화-2

또한, 1994년 발생한 가뭄의 경우, 공원의 나무와 가로수가 많은 피해를 입어 하수처리수를 공원에 살수시키는 응급조치를 강구했다. 빗물저류조를 설치한 경우, 이와같은 가뭄시에도 어느 정도의 물수요 대처가 가능하다.

1.2 후쿠오카현(福岡縣)

후쿠오카현(福岡峴)에는, 1978년 대가뭄을 계기로, 하수처리수를 고도처리하여 화장실 세정수로 이용하는 잡용수도가 보급되었으나, 최근 빗물의 이용에 주력하고 있다. 빗물이용을 행하고 있는 주요시설의 개요, 이용상황은 다음과 같다.

(1) 클로버 프라자(후쿠오카현 종합복지센터, 여성종합센터, 인권개발 정보센터)

클로버 플라자는, 빗물이용을 기본으로, 그리고 지하수는 빗물이 부족한 시기에 대한 보급수로 이용하며, 화장실 세정수로 사용하고 있다. 1996년 11월의 개관 이후에 있어서 화장실 세정수는, 전체량의 98%를 빗물로, 나머지를 지하수로 충당하고 있다. 센터동과 아리나동의 지붕에 내리는 빗물을 지하수조에 저류, 처리하여 별도로 처리되는 지하수와 합하여 화장실 세정수로 빗물을 이용할 계획으로 되어 있다. 연간강수량을 1,690mm, 집수량 11,600㎥으로써, 그 80% 이상을 저류하여 이용할 계획으로 되어 있다.

- 소　재　지 : 카스가시(春日市)
- 저 수 용 량 : 430㎥
- 집 수 면 적 : 6,900㎡ (지붕)
- 저 류 시 설 : 지하
- 용　　도 : 화장실 세정용수

(2) 후쿠오카 자치연수센터

1988년 4월에 개소된 후쿠오카 자치연수센터는, 숙박시설부터 다량의 배수가 나오기 때문에, 빗물의 이용을 살수용 및 냉각탑 등의 보급용으로써 계획되었다. 4개년의 실적으로는, 하수처리수와 빗물을 합한 잡용수 대체율은, 평균 48%로 되어 있다.

후쿠오카 자치연수 센터는, 빗물을 냉각탑보급수·살수용수 등에 이용한 후, 개별순환방식에 의해 목욕탕 등으로 사용한 물과 함께 처리하고, 화장실 세정수 등에 이용할 계획으로 되어 있다.

- 소　재　지 : 오오노조우시
- 저 수 용 량 : 120㎥

- 집 수 면 적 : 4,500㎡ (지붕)
- 저 류 시 설 : 지하
- 용　　도 : 냉각탑 보급수, 정화조 보급수, 살수, 화장실세정용수

(3) 구루메시청

구루메시 관공서는 찌쿠고 지역에 있어 빗물이용을 도입한 최초의 대형시설로, 2년간의 실적으로는 연평균 5천㎥/일 정도 화장실용수의 58%를 대체용수로서 빗물을 사용하고 있다. 구루메시 관공서의 빗물이용은, 고층동(20층건물)의 지붕, 저층동(3층건물)의 지붕 및 발코니에 내리는 빗물을, 연간강수량의 90%, 집수량에 대해 6,190㎥을 지하수조에 저류하여, 화장실 세정수로 이용하고 있다.

- 소　재　지 : 구루메시(久留米市)
- 저 수 용 량 : 590㎥
- 집 수 면 적 : 2,450㎡ (지붕, 발코니)
- 저 류 시 설 : 지하2층
- 용　　도 : 화장실 세정용수

<사진 4-6> 구루메 시청

(4) 쯔키시노시(筑紫野市)

후쿠오카시(福岡)로부터 남동 약 15km에 있고, 후쿠오카도시권의 남부에 위치하여, 규슈(九州)자동차도, 국도 3호선, J.R 카고지마(鹿兒島)본선, 西鐵大牟田線 등 주요한 교통간선이 남북으로 연결되어 있고, 또한 규슈 자동차도의 인터체인지도 있어 교통의 편리성의 좋은 지역으로 되어 있다.

1972년 4월 1일에 서로 승격된 후, 도시와 주택의 정비에 수반하여, 급속한 인구가 향상되고, 후쿠오카도시권내의 주택도시로써 발전하여, 행정인구 93,532명, 급수인구72,117명, 1일최대 배수량(配水量) 약 22,000㎥/日(2001년도 결산서에 의해)이다.

筑紫野市의 수원내역은, 자기수원으로써 미노미(水呑)댐 4000㎥, 지하수5,900㎥으로, 용수 공급 사업자인 山神수도 기업단과 후쿠오카 지구 수도 기업단으로부터 16,900㎥의 물을 받고 있다. 그러나, 물수요는 인구집중, 생활향상, 산업문화의 발전 등에 수반하여 매년 증가를 계속하고 있고, 1978년 및 1994년의 후쿠오카 대가뭄과 최근의 갈수 경향에 우려하고 있다.

1978년 및 1994년의 후쿠오카 대가뭄은, 이미 알고 있는 상황이지만, 筑紫野市에 대한 최근의 물상황에 관하여 나타내면 다음과 같다.

山神수도 기업단의 수원에 있어 山神댐은, 유효저수량 2,800천㎥의 다목적댐으로, 1980년부터 2시1기업단에 23,200㎥/日을 송수하여, 그 가운데 11,600㎥의 물을 받고 있지만, 저수상황이 크게 악화되어 매년 송수제한을 받고 있다. 송수제한의 상황은 1991년 2월 30%, 1992년 2월 5%, 1993년 4월 20%, 1994년 9월 50%, 1995년 5월 20%, 1996년 2월 30%, 1997년 2월 20%, 1999년 5월 30% , 2000년 5월 50%, 2001년 5월 20%로 되고 있다.

그러나, 그 송수제한에 관해서는, 자기수원 등에 대응하고 있지만, 과거의 대가뭄 때와 같이 급수제한을 실시하게 되면, 시민생활에 막대한 영향을 미쳐, 홍보활동(포스터배포. 홍보차에 의한 절수 호소), 배수지역의 변경, 고층 건물에의 급수상황, 소방서에의 대응, 인원확보, 급수탱크 및 급수차의 준비 등이 생겨나고 있다.

이처럼 매년 송수제한을 받는 해당시에서는, 물은 한정된 자원이고 폭넓게 시민에게 가능한 한정된 유효이용과 절수에 이해를 구함과 함께, 절수의식의 향상을 목표로 하여, 「빗물이용 시설 등 보조금 교부요강」과 「수자원 유효이용의 추진에 관한 요강」을 1998년 10월에 제정하였다.

「빗물이용시설 등 보조금 교부요강」은, ① 간이저류탱크, ② 절수형 정화장치, ③ 간이펌프, ④ 절수형 세탁기에 대한 일정의 보조를 하고 있다. 시민이 모두 만들어 가는 도시에서, 물은 한정된 자원으로 있는 것을 더욱 강하게 인식하고, 가능한 한정된 유효이용과 절수에 노력하여 절수형 도시를 목표로 하고 있다.

1.3 요코하마시(横浜市)

(1) 요코하마시(横浜市) 立荏田西소학교

요코하마시 立荏田西소학교는 요코하마시(横浜市) 아오바구(青葉區)에 위치하고 있는 지상 4층 규모의 학교이다. 빗물을 귀중한 수자원으로 생각하여 빗물의 치수효과를 목적으로 빗물이용을 설치하여 운영하고 있다. 또한 학교라는 특성상 학습효과도 염두에 두고 있으며, 점차적으로 재해시 비상용수로도 활용할 것으로 계획하고 있다.

- 집수면적 : 1,880㎡
- 집수장소 : 지붕
- 빗물의 용도 : 화장실세정수
- 빗물대체율 : 계획시 약 30%로 상정

1993년 4월 개교이후 1993년 5월~1994년 3월에 걸쳐 빗물이용의 실적을 살펴보면 <표 4-6>과 같다. <표 4-6>에 나타난 것처럼 빗물대체율은 72.3%로 당초계획 값을 충분히 상회하고 있다. 또한 집수된 빗물의 70%이상을 이용하는 것으로 치수에 대해서도 효과가 있는 것을 알 수 있다. <표 4-7>은 빗물의 수질을 나타낸 것으로 pH값 이외에는 문제가 없는 것을 알 수 있다. pH값은 콘크리트면 통과 후 높게 나타난 것으로 생각된다.

<표 4-6> 立荏田西소학교 빗물이용 실적(1993년 5월～1994년 3월)

년 월	강수량〔㎜〕	집수량〔㎥〕	화장실 사용수량〔㎥〕	상수보급 수량〔㎥〕	빗물이용 수량〔㎥〕	빗물대체율 〔%〕
1993. 5	67.5	114.2	326	20	306	93.9
1993. 6	187.0	316.4	306	54	252	82.4
1993. 7	350.0	592.2	224	0	224	100.0
1993. 8	336.5	569.4	25	0	25	100.0
1993. 9	158.0	267.3	173	0	173	100.0
1993. 10	178.0	301.2	77	0	77	100.0
1993. 11	181.0	306.3	464	0	464	100.0
1993. 12	83.5	141.3	365	120	254	67.1
1994. 1	45.0	76.1	331	190	141	42.6
1994. 2	87.5	148.1	506	291	215	42.5
1994. 3	127.0	214.9	364	202	162	44.5
계	1801.0	3047.4	3161	877	2284	72.3

주1) 강수량은 요코하마지방 기상대에 의함

주2) 집수량은 지붕면에 내린 비의 90%를 집수한 것으로 가정

<표 4-7> 화장실용수의 수질측정결과(荏田西소학교)

항 목	평균값	최소값	최대값	조사수
pH	7.99	6.8	9.5	11
색도〔도〕	4.3	1	7	12
탁도〔도〕	1.3	0	4	12
전기전도도〔mS/㎝〕	0.09	0.04	0.19	12
$KMnO_4$소비량〔㎎/ℓ〕	4.56	2.22	6.3	12
COD〔㎎/ℓ〕	1.15	0.56	1.6	12
대장균수〔개/㎖〕	0.4	0	4	10

빗물이용 시설의 유지관리는 수질의 유지를 목적으로 월 1회 스크린을 청소하고 있으며, 실적조사에 의하면 침사지 및 옥상탱크는 년 1회 청소가 필요하다.

(2) 요코하마시 立本牧중학교

요코하마시 중구 혼모쿠(本牧) 와다(和田)에 위치한 지상 4층 규모의 중학교로 귀중한 수자원의 유효이용과 치수효과를 목적으로 빗물이용을 실시하고 있다. 立荏田西소학교와 마찬가지로 학교라는 특성상 학습효과도 염두하여 설치하였으며, 재해시 비상용수로의 활용도 계획하고 있다.

- 집수면적 : 2,292㎡
- 집수장소 : 지붕
- 빗물의 용도 : 화장실세정수
- 빗물대체율 : 계획시 약 30%로 상정

1993년 5월~1994년 3월의 빗물이용 실적은 <표 4-8>과 같다. <표 4-8>에 나타난 것처럼 빗물대체율은 47.3%로 당초 계획값을 충분히 상회하고 있다. 또한, 집수한 빗물의 80%이상을 이용하는 것으로 치수에 대해서도 효과가 있는 것을 알게 되었다. 한편, 더욱이, 11월에 화장실세정장치를 조정했기 때문에 12월부터 사용수량이 감소하였다. <표 4-9>에 나타난 것처럼 빗물의 수질에 대해서도 문제가 없는 것을 알 수 있다.

<표 4-8> 立本牧중학교 빗물이용 실적(1993년 5월～1994년 3월)

년 월	강수량 〔㎜〕	집수량 〔㎥〕	화장실 사용수량〔㎥〕	상수보급 수량〔㎥〕	빗물이용 수량〔㎥〕	빗물대체율 〔%〕
1993. 5	67.5	141.7	790	582	208	26.3
1993. 6	187.0	392.6	928	598	330	35.6
1993. 7	350.0	734.8	539	135	404	75.0
1993. 8	336.5	706.4	685	299	386	56.4
1993. 9	158.0	331.7	1150	617	533	46.3
1993. 10	178.0	373.7	856	522	334	39.0
1993. 11	181.0	380.0	789	496	293	100.0
1993. 12	83.5	175.3	192	0	192	64.3
1994. 1	45.0	94.5	277	99	178	48.1
1994. 2	87.5	183.7	393	204	189	77.6
1994. 3	127.0	266.6	241	54	187	77.6
계	1801.0	3781.0	6840	3606	3234	47.3

* 강수량은 요코하마지방 기상대에 의함

* 집수량은 지붕면에 내린 비의 90%를 집수한 것으로 가정

유지관리는 立花田西소학교와 마찬가지로 수질의 유지를 목적으로 월 1회 스크린을 청소하고 있으며, 침사지 및 옥상탱크는 1회 청소를 할 필요가 있다. 立本牧중학교 운동장에 빗물 집수받이를 설치한 결과, 쓰레기가 가끔 유입되고 있어 향후 지속적인 검토가 필요하다.

<표 4-9> 화장실용수의 수질측정결과(立本牧중학교)

항 목	평균값	최소값	최대값	조사수
pH	7.61	7	8.2	12
색도〔도〕	3.7	2	8	12
탁도〔도〕	1.3	0	5	12
전기전도도〔mS/㎝〕	0.11	0.04	0.17	12
$KMnO_4$소비량〔㎎/ℓ〕	6.05	2.91	11.4	12
COD〔㎎/ℓ〕	1.55	0.74	2.9	12
대장균수〔개/㎖〕	0.4	0	4	11

1.4 다카마츠시(高松市)

다카마츠시의 기후는 세토나이식 기후로, 연간 강수량은 대략 1,100㎜이며 전국 평균과 비교하면 2/3 정도밖에 되지 않아, 계속되는 가뭄의 피해를 입어왔다. 이러한 이유로, 대형 빗물저류지 개념의 저수지를 만들어왔다. 현재, 도심부에만 1,300개가 있다.

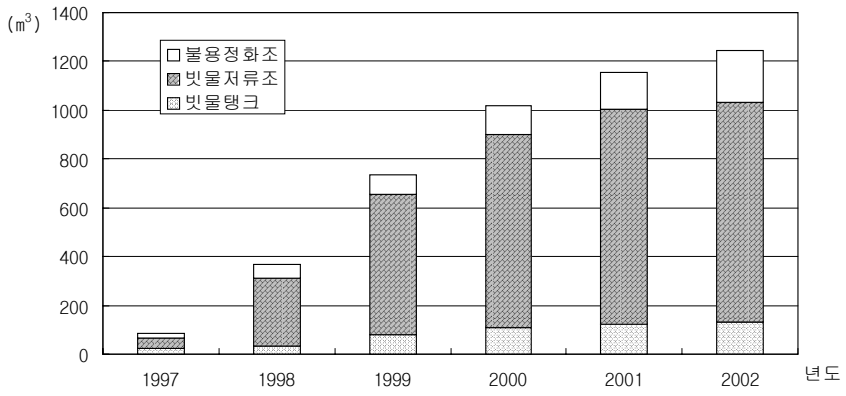
그러나, 평상시에는 물론 장마철에도 이상 가뭄에 의해, 다카마츠시는 시민생활에 심각한 영향을 주었다. 1973년 '다카마츠 사막'으로 불려졌던 대규모 가뭄으로, 55일간의 단수가 있었으며, 최악의 사태로 8월1일부터 시작된 제 3 차 급수제한으로, 오전5시부터 오전8시까지의 불과 3시간밖에 급수할 수 없는 기간이 38일간 계속되었으며, 응급급수를 위해 자위대의 출동을 요구한 사태가 됐다.

다음해 현민(縣民) 대망의 카가와(香川) 용수의 통수에 의해, 물부족에서 해방되었다고 생각했지만, 1994년 서일본 전체를 습격한 기록적인 가뭄으로, 조아키호(早明浦)댐도 바닥을 나타내고, 다시 한번 이상 가뭄에 재난이 덮쳐, 총 69일간의 시간 단수가 있었다.

따라서, 다카마츠시에서는 계속되는 가뭄을 교훈으로 삼아, 1996년 3월에 「다카마츠 물 문제에 관한 기본지침」을 책정하여, 절수형 도시 조성을 위하여 각종 시책을 실시했다. 공공시설에 적극적인 빗물 탱크와 빗물 저류조를 설치하는 한편, 동일하게 규격화된 시설을 설치하여 민간에게도 여러 방면으로 보조금을 지급하여 보급에 노력하였다. 또한, 불필요한 정화조를 빗물 저류조로 전용할 때도 보조금을 지급하고 있다. 이러한 시설은, 빗물 유출제어 효과는 물론, 저류한 빗물을 살수 등에 이용하는 것에 의해 절수와 침투에 의한 지하수 함양에도 효과를 나타내고 있다. 빗물이용 시설의 저수용량은 <표 4-10>과 같으며, 저수용량에 의한 조성실적 누계는 <그림 4-4>와 같다.

<표 4-10> 빗물이용(저류)시설의 저수용량 단위 : (㎥)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002
빗물탱크(1㎥미만)	22.1	13.2	43.6	27.6	17.9	8
빗물저류조(1㎥이상)	44	233	299	218.9	84	19
불용정화조	19.5	36	27	33	37.5	63
합계	85.6	282.2	369.6	279.5	139.4	90



<그림 4-4> 빗물이용(저류)시설의 저수용량누계(조성분만)

다카마츠(高松)시에서는 1996년부터, 시 시설에 빗물 탱크와 빗물 저류시설의 설치를 하여, 2001년도말 현재, 58개 시설(저류용량 : 662.1㎥)이 운영되고 있다<표 4-11>.

<표 4-11> 다카마츠시(高松市) 시설의 정비(빗물저류조・빗물탱크) (2001)

명 칭	저수용량(㎥)	용 도
위생처리 센터-중계소	150	화장실용수, 살수용수, 세정용수
후쿠오카쵸 풀	100	화장실용수, 살수용수, 세정용수
사회복지 센터-카츠가(勝賀)	20	화장실용수, 살수용수
야시마서(屋島西) 초등학교 외 1교	32	화장실용수, 살수용수
고자이(香西)공민관 외3공민관	148	살수용수
신보건소	17.5	화장실용수, 살수용수
가와히가시(川東) 단지	30	화장실용수, 살수용수
불용정화조・저수조 전용 (초등학교 1교 보육소 2개소)	65	살수용수
쓰레기 수집기지	80	살수용수
소형 탱크 설치분 (초등학교 등 43개소)	19.6	살수용수
계 58시설	계 662.1	

1.5 고베시(神戶市)

한신아와지(阪神談路)대지진 때에는 라이프 라인(lifeline)의 붕괴로 시민생활에 커다란 영향을 끼쳤다. 배수관·급수관의 파손에 의해 65만호에 단수가 발생하여 각 가정에 다시 급수를 하기까지 장기간의 복구기간이 소요되었다. 특히, 생활용수(화장실용수, 세탁, 목욕 등)의 확보에 관해서는, 공원의 분수, 얕게 흐르는 냇물 등의 물을 통에 받아 이용해야 하는 상황이었다. 또한, 소화전의 단수와 물부족은 지진 직후에 동시다발하여 화재의 진화에 치명적인 손상을 입혔다.

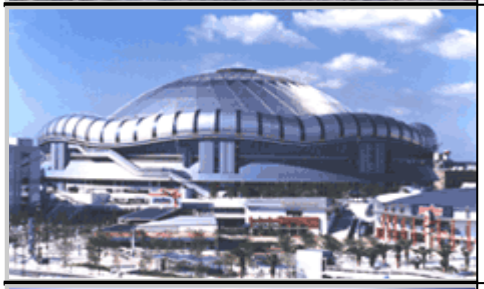
지진발생에 따른 직접적인 시민생활의 피해와 복구기간 중에 발생하는 피해경험을 바탕으로 안전한 도시조성의 계획적·효율적 추진을 위해 「안전도시조성 추진계획」을 채택하였다.

추진계획의 내용을 살펴보면, 음용수의 확보에 관해서는, 지진이 발생하면 시내 52개소(계획분 15개소 포함)의 배수지 및 대용량 내진 저류조(100㎥부터 700㎥수조) 등의 긴급 차단변을 폐쇄하여 단수가 되더라도 음용수를 확보할 수 있도록 하였다.

또한, 음용수 이외의 사항에 대해서는 고베시(神戶) 동부지구의 스미요시(住吉) 공원 불투수면 증가에 의해 빗물유출량이 증대되어 국지적인 집중호우시 도시형 침수가 우려되어, 빗물 유출억제를 목적으로 빗물저류시설을 건설하였다. 저류된 빗물은 일상에서는 공원내 식재에의 살수, 도로청소용수, 인공 시냇물이나 폭포, 분수 등의 수경용수 등으로 이용하는 것은 물론이고, 지진과 같은 재해 발생시에는 음용수, 소방용수 등으로 이용된다.

1.6 프로야구 Dome 경기장

빗물과 중수를 이용한 시스템을 이용하여 수자원을 확보하고 있으며, 모래여과와 소독처리 후 화장실 세정수와 조경용수로 이용하고 있다<사진 4-7>.

사진	설명
	▪ Tokyo Dome - 저수용량 : 1000m^3 - 처리시스템 : 모래여과+소독 - 용도 : 화장실세정수
	▪ Osaka Dome - 저수용량 : 3000m^3 - 처리시스템 : - - 용도 : 화장실세정수
	▪ Nagoya Dome - 저수용량 : 2,800m^3 - 처리시스템 : 모래여과+소독 - 용도 : 화장실 세정수, 조경용수
	▪ Fukuoka Dome - 건축면적 : 69,130㎡ - 집수면적: 25,900㎡ - 저수용량 : 2,900m^3 - 처리시스템 : 모래여과+소독 - 용도 : 화장실 세정수, 조경용수 (상수 58%, 광역중수 15%, 빗물 27%) - 년간 사용량 : 146,029㎥/년

<사진 4-7> 일본 프로야구 Dome 경기장의 빗물이용 시스템

2. 독일

1998년 10월 독일의 베를린에서는 빗물이용시스템이 대규모 도시 재개발 계획인 다임러 크라이슬러 포츠담 플라츠의 일부분으로 도입되었는데, 이 시스템은 도시 홍수를 조절하고 상수도를 절약하며 더 좋은 지역적인 기후조건을 유지하기 위한 목적에서 설치되었다. 19개

빌딩의 지붕면(32,000㎡)에 떨어진 빗물이 3,500㎥의 지하 저류조에 집수되어 저장되었다. 이 빗물은 화장실 용수나 옥상녹화를 포함한 조경용수로 사용되거나 또는 인공 연못에 물을 공급하는데 사용된다.

베를린의 Belss-Luedacke-Strasse 부지에 있는 다른 빗물 프로젝트에서는 약 7000㎡에 이르는 지붕면적으로부터 모아진 빗물이 분류식 우수관으로 방류되는데 면적이 4,200㎡인 거리, 주차장과 골목길로부터 유출된 빗물과 함께 160㎥ 용량의 빗물 저류조로 옮겨진다. 이 물은 여러 단계를 거쳐 처리되어 화장실용수나 정원용수로 사용된다. 이 시스템은 초기 유출수에 포함된 다량의 오염물질은 하수도의 빗물관에서 오수관으로 배출되어 하수처리장에서 적절히 처리되도록 설계되어 있다. 이러한 시스템을 사용함으로써 지역적으로 내린 빗물의 58%가 모아질 수 있는 것으로 추정된다. 10년간의 시뮬레이션을 통해 빗물의 사용으로 인해 절약할 수 있는 음용수의 양은 일년에 약 2,430㎥ 정도로 추정되며, 따라서 비슷한 양의 지하수를 쓰지 않고 보존할 수 있게 되었다.

소개한 두 시스템은 도시 상수도를 절약할 수 있을 뿐만 아니라 강우시 유출수가 도시 하수시스템으로 유입되어 발생할 수 있는 지표수의 오염물 부하를 감소시킬 수 있다. 이렇게 비점오염원을 제어하는 방식은 도시지역에서 지표수 수질을 보호하기 위한 여러 가지 대책 중 중요한 부분이다.

3. 중국

중국의 간수지방은 가장 건조한 지역의 하나이다. 연간 강수량이 약 300mm이고 증발 가능량은 1,500~2,000mm에 이른다. 지표수와 지하수의 양도 한정되어 있어 간수 지방의 농업은 빗물에 의존하며 거주민들은 음용수의 부족으로 고통을 받고 있다.

1980년 이후 빗물 이용에 대한 연구, 시범사업, 확대시범사업 등으로 긍정적인 결과를 얻었다. 1995/96년에 간수 지방 정부에 의해 수행된 빗물 모으기 프로젝트 "121"은 농부들에게 빗물을 모을 수 있는 장소 1개와 저장조 2개를 만들어 주고 농작물을 경작할 토지 1곳을 제공하였다. 이 프로젝트의 결과, 130만 명에게 음용수를 제공하였고 관개에 의한 농업경제 발전에 성공한 것으로 판명되었다. 2000년도에 총 2,183,000개의 빗물 저류조가 세워져서 간수 지방의 총 빗물저장량은 7천3백10만㎥이 되어 197만 시민에게 음용수로 공급되고 토지 236,400ha의 관개용수로 사용되었다.

빗물이용은 간수 지방의 음용수 공급, 빗물을 이용한 농업개발, 건조지역의 생태계 향상에 있어 중요한 방법이 되고 있다. 그 후 중국의 17개 지방에서 빗물이용 기술을 채택하여 560만 개의 빗물 저류조를 건설하여 총 저장량이 18억㎥에 달하였고 대략 1,500만 명의 시민에게 음용수를 공급하고 토지 1백20만ha에 관개용수로 공급되었다.

4. 미국

하와이의 국립 화산공원에서 빗물이용시스템이 공원 내 거주자와 직원 1,000명과 일일 방문객 10,000명에게 물을 공급하기 위해 설치되었다. 공원 내 빗물이용시스템은 면적인 0.4ha인 건물 지붕면과 2ha 이상인 지상의 집수면, 각 용량이 3,800㎥인 2개의 철근콘크리트 저류조, 각 용량이 95㎥인 아메리카 삼나무로 만든 18개의 저류조로 구성되어 있다.

몇 개의 작은 건물들도 자신만의 빗물이용 장치를 운영하고 있다. 수질이 좋은 물을 사용자에게 공급하기 위해 정수장과 펌프장이 설치되었다.

5. 아프리카

아프리카의 일부 지역에서 최근 수년간 빗물이용시스템이 급속하게 확장되고 있지만 동남아시아보다 진행속도는 낮다. 이것은 강수량이 낮은 계절적 특성과 불침투성 지붕의 수가 적고 지붕 면적이 작으며 세대의 수입에 비해 빗물 이용시설의 비용이 높기 때문이다. 아프리카 일부 지역은 유용 가능한 시멘트와 상질의 모래가 부족하고 다른 지역은 빗물 저장시설을 건축할 물이 부족하며 이런 것들이 비용을 증대시킨다. 그럼에도 빗물저장은 아프리카에 널리 확산되고 있고 보스와나, 토고, 말리, 말라워, 서 아프리카, 나미비아, 짐바브웨, 모잠비크, 시에라 레온, 탄자니아 등에 프로젝트가 진행 중에 있다. 그 중에서도 케냐는 빗물이용의 선두에 있다. 1970년 후반부터 케냐의 여러 지역에서 그들 자신들의 설계와 보급 전략에 의한 많은 프로젝트들이 수행되어 왔다. 이 프로젝트들은 “펀디스(전문가들)”라 불리는 많은 건축자들의 노력과 그 지역 특유의 설계방식과의 조화에 의해 국가적으로 많은 빗물 저류조를 건설되었다. 지역에서 쉽게, 싸게, 풍부하게 구할 수 있는 재료와 적합한 건축기술과 경험이 없는 곳에서는 철근시멘트 저류조가 지상 또는 지하 저류조로 사용된다.

제2절 국내

1. 학교 시설

경기도 교육청 교육정책과는 학생들에게 체계적인 물절약 교육을 위해, 경기도 10개 지역의 16개 학교(초등학교 8교, 중학교 7교, 고등학교 1교)를 빗물이용시범학교로 지정하여, 학교당 1,500만원(총 2억 4천만원)을 지원하여 빗물이용 교육사업을 추진하였다.

표준화된 빗물이용시설이 아닌 학교별 실정에 맞도록 저류조 용량 및 재질, 설치장소 등을 선정하여 설치하였다. 또한, 빗물이용 홍보판, 빗물이용 관련 체험학습장, 빗물 학습관 등을 조성하였으며, 체계적인 학습활동이 이루어질 수 있도록 정규교육 과정에 별도의 시간을 편성하여, 체험 중심의 다양한 학습 활동을 전개하도록 하였다.

학교에 설치된 빗물저류조의 용량은 최저 3㎥에서 최대 120㎥으로, 대부분은 10~12㎥ 용량이다. 한편 빗물저류조의 모양과 설치 장소는 학교의 미관 등을 고려하여 학교별로 차별성이 있으며, 재질은 주로 스테인레스 스틸이며 일부 학교는 FRP로 제작하였다.

경기도 교육청은 2004년도에는 빗물이용교육프로그램 개발 보급, 빗물자료관 조성 등과 아울러 빗물이용 교육시범학교 운영을 14개 교육청으로 확대하여 경기도 전체 학교의 관심을 재고하고 있다. <사진 4-8>은 경기도 지역내 학교에 설치된 다양한 빗물 저류조를 나타낸 것이다.

	• 천일초등학교 빗물 저류조
	• 백현초등학교 빗물저류조 - 저류조 재질 : FRP - 저류조 용량 : 10㎥
	• 갈월중학교 빗물저류조 - 저류조 재질 : FRP - 저류조 용량 : 20㎥
	• 능길초등학교 빗물저류조 - 저류조 재질 : 스테인레스스틸 - 저류조 용량 : 10㎥

<사진 4-8> 경기도내 학교에 설치된 다양한 빗물저류조

(1) 경기도 의왕시 갈뫼중학교

경기도 의왕시 소재 갈뫼중학교에 빗물이용 시범사업의 일환으로 빗물저류조 2개가 2002년 11월 완공되어 정원용수 등으로 이용되고 있다<그림 4-5>.

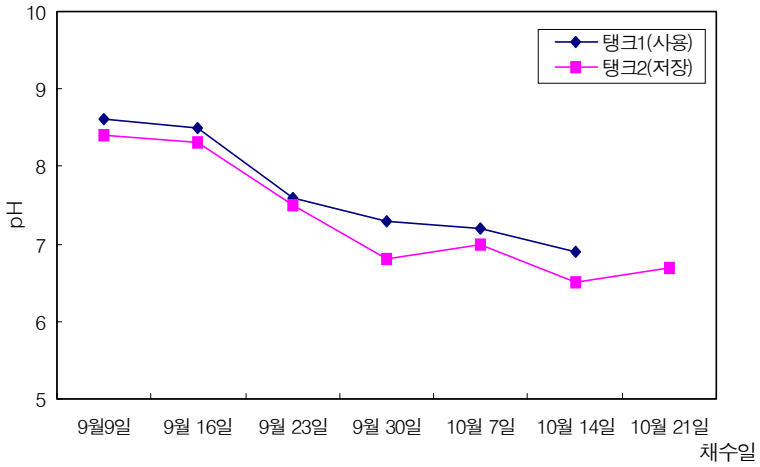
- 집수장소 : 지붕(옥상)
- 지하 저류조 용량 : 60㎥ × 2개 설치 (120㎥)
- 사용용도 : 학교 정원내 살수 및 청소 용수, 연못조성

<그림 4-5> 갈뫼중학교 빗물이용시설 개요

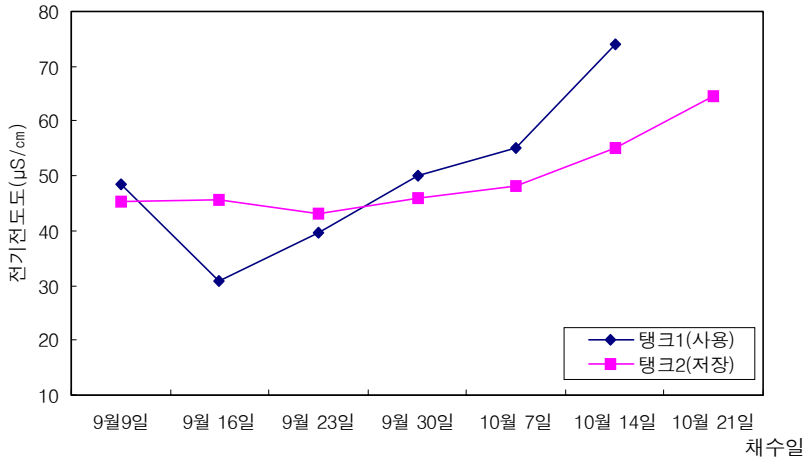
<사진 4-9> 갈뫼중학교 빗물저류조 공사

<사진 4-10> 갈뫼중학교 빗물이용 연못

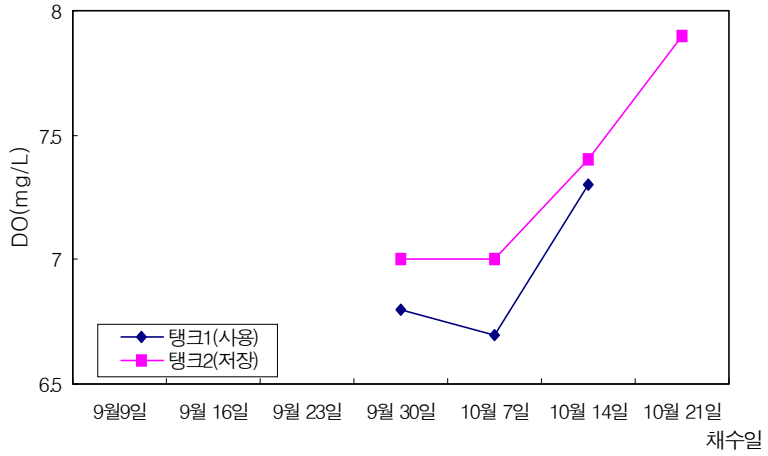
두 개의 빗물 저류조 중 하나는 연못의 물을 채운다든지, 청소용수, 조경용수로 사용되었으며, 나머지 하나는 2002년 11월 이후 사용하지 않고 1년간 보관하였다. 2003년 9월부터 일주일 간격으로 각 탱크의 빗물을 채수하여 수질을 측정하였다(서울대학교 빗물연구센터). pH는 두 탱크 모두 중성으로 내리는 비의 pH는 모두 산성영역에 있었지만 지붕면을 통하면서 빗물 pH가 중성으로 되었다는 것을 알 수 있었다. 빗물의 장기간 저류에 의해 발생할 것으로 우려되는 빗물의 썩음현상을 알아보기 위한 지표로 용존산소(DO)를 측정하였다. 두 탱크 모두 용존산소가 7ppm 정도로 포화상태에 가까웠고, 특히 비가 내린 직후에는 용존산소가 올라가는 것을 알 수 있었다. 물 속에 녹아있는 이물질의 양을 알아보기 위한 지표로 전기전도도를 측정한 결과 일반 수돗물의 값보다 훨씬 작은 수치를 나타내었다. 중금속은 그 농도의 변화가 그리 크지 않아서 분기별로 측정하도록 하였다. 알루미늄, 아연, 납 등의 중금속이 검출되었으나 그 수치는 음용수 수질기준에는 미치지 못하는 값이었다.



<그림 4-6> 갈뫼중학교 빗물수질 (pH)



<그림 4-7> 갈뫼중학교 빗물수질 (전기전도도)



<그림 4-8> 갈뫼중학교 빗물수질 (DO)

(2) 경기도 의왕시 왕곡초등학교

- 집수장소 : 지붕(옥상)
- 지상 저류조 용량 : 12㎥
- 사용용도 : 정원내 살수 및 청소 용수, 연못조성, 빗물이용 전시관 설치

<사진 4-11> 왕곡초등학교 빗물저류탱크

<사진 4-12> 왕곡 초등학교 빗물이용 연못

<사진 4-13> 왕곡초등학교 빗물 전시관

<사진 4-14> 빗물을 이용한 화단

2. 광진구 스타시티

서울시 광진구는 건대입구지구를 지구단위계획하여 건축물의 건폐율, 용적률을 조정하였다. 이 중에서 빗물이용시설을 포함한 친환경적 시설에 대해서 <표 4-12>와 같은 조건으로 용적률을 적용하였다.

<표 4-12> 건대입구 지구단위계획 용적률 완화항목 및 완화내용

항목	내용	완화조건	완화내용	비고
환경 친화적	투수성 바닥처리	투수성 재료(잔디포함)로 조성시	기준용적률×(조성면적÷대지면적)×0.5	조경공간 제외
	중수도	중수도시스템 설치시	30	서울시 설치기준에 의함 (빗물이용시설 제외)
	빗물이용	빗물이용시설 설치시	20	서울시소위원회에서 인정하는 경우(최초 1건, 차후는 기준에 따라 처리-서울시 설치기준)
	광고물 설치계획	광고물 설치계획 반영시	10	
	공공기여 리모델링	공공기여시	20	·구도시계획위원회에서 인정하는 경우 ·변압기, 공공시설 등의 설치시
	옥상녹화	옥상부 녹화시	기준용적률×(조성면적÷옥상면적)×0.2	서울시 보급형 옥상녹화기법 적용시
	벽면녹화	벽면녹화 조성시	기준용적률×(조성면적÷전체벽면적)×0.5	서울시 지침에 의거 조성시

1차로 건대입구 지구단위구역내 2지구 특별계획구역에 대하여 빗물이용 시설계획을 하였으며, 그 시설의 설계개요는 <표 4-13>에 나타내었다.

<표 4-13> 건대입구 지구단위구역내 2지구 특별계획구역 설계개요

공사명		건대체육시설부지 신축공사		
대지현황	대지위치	건대입구 지구단위구역내 2지구 특별계획구역(B블럭)		
	대지면적	62,505.^{20}㎡(18,907.^{82} 평)		
	도로제척면적	2,269.^{80}㎡(686.^{61}평)		
	실 대지면적	60,235.^{40}㎡(18,221.^{20}평)		
	지역, 지구	준주거지역, 지구단위계획구역, 중심지미관지구		
	도로현황	35m(구의로), 20m, 15m		
건축규모	건축면적	16,867.^{729}㎡(126,570.^{48}평)		
	연면적	418,415.^{185}㎡(126,570.^{59}평)		
	지상층 연면적	주거	202,985.^{383}㎡	249,916.^{705}㎡(75,599.^{80} 평)
		비주거	46,931.^{322}㎡	
	건폐율	28.00%(법정60%)		
	용적률	주거	336.99%	414.90% (허용 350%)
		비주거	77.91%	(상한용적률 415.00%)
	세대수	아파트 1,177세대		
		133실		
	건물용도	판매 및 영업시설, 문화 및 집회시설, 운동시설, 업무시설(오피스텔), 공동주택		
	구조	철골, 철근콘크리트조		
	공사종별	신축		
	건물규모	지하 3층, 지상 3/35/ 45/ 50/ 58층		
	건물높이	19m/ 128.60m/ 153.45m/ 168.7m/ 192.55m		
조경면적	법정	60,235.^{40}×15% = 9,0.35.^{31}㎡		
	적용면적	21,046.^{51}㎡(34.^{94}%)		

<표 4-12>, <표 4-13>의 용적률과 설계기준을 바탕으로 최신의 설계기법과 기준을 적용하여 빗물이용시설의 확산유도는 물론 도시홍수 방지와 빗물의 화장실용수로의 사용을 통한 상수사용량 절약 및 비상시의 용수 확보 등을 위해 광진구 스타시티에 빗물이용시설을 설치계획하여 공사중에 있다<표 4-14>.

- 지붕면 집수 및 운반시설 1식
- 비포장면 집수 및 운반시설 1식
- 저장시설 : 3,000㎥(철근콘크리트 지하)
- 처리시설 : 필터5, 사이클론식 처리기1

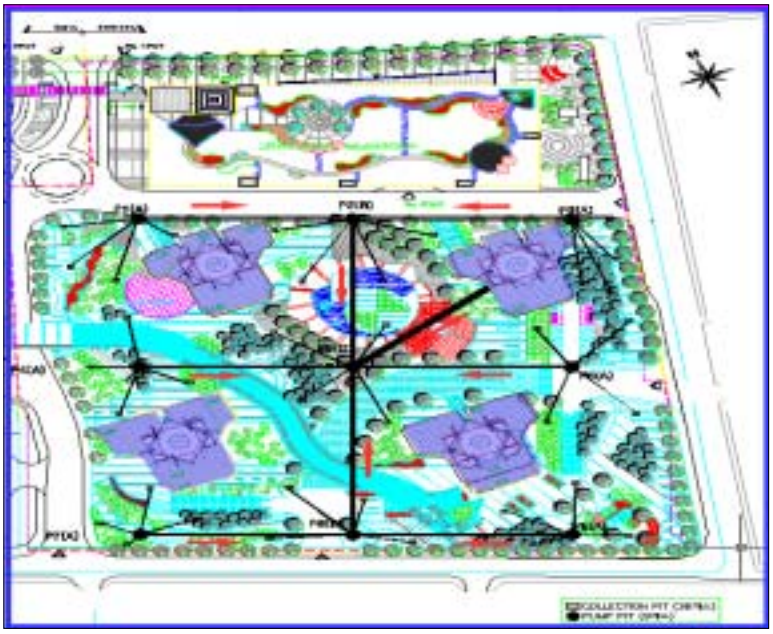
- 펌프시설 : 화장실 및 조경용수용
- 모니터링 시설 : 유지관리 및 감시시설

<표 4-14> 광진구 스타시티 건물의 지하 저류조 개요

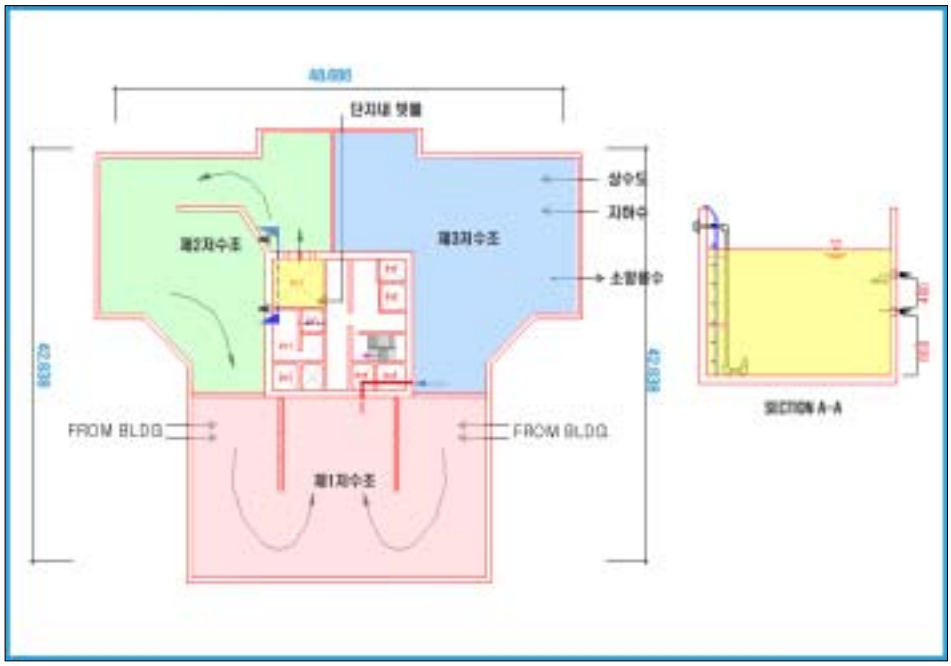
	제1 저류조	제 2저류조	제 3저류조
위치 및 용량	B 동 지하, 1000㎥	B 동 지하, 1000㎥	B 동 지하, 1000㎥
집수장소	건물 A,B,C,D의 옥상면	-	-
사용용도	지하 1,2,3 층의 화장실 조경용수 수도꼭지 4군데	홍수방지 (직접 사용하지 않음)	비상용수 (식수 및 소방용수)
부대시설	각 건물 앞에서 필터로 거름	각 건물 앞에서 필터로 거름 calm inlet, cover조 내의 배플	-
내용	- 비상용수로조로 연결 되도록 수심 1미터높이에 일방향 수동 밸브(100 mm) 설치 - 펌프 시설(화장실용 2대, 각 동의 조경용 4대), floating suction 설치 - 상부에 빗물관리실 설치 (모니터링, 펌프) - 크로스 커넥션 주의	- 필터 + 침전 + 사이클론 처리 후 제 1저류조로 보냄 - 홍수 시 비교적 덜 깨끗한 물을 저류하여 추후 사용 (비포장면, 옥상녹화 유출수) - 여름철에는 홍수에 대비하여 항상 비워둠 - 유입부에 80cm 정도의 턱을 두어 침전트랩 설치	- 깨끗한 수돗물 (처리나 부대시설 불필요) - 중간수심 1m에 밸브설치 (제 1저류조와 연결) - 2개월에 한번 저장된 물을 순환시켜 항상 깨끗한 상태가 되도록 함 - 한달에 1회 밸브를 열어 500㎥ 정도를 제 1저류조에 보내고, 새로운 물을 채움 - 비상시 물을 빼낼 수 있는 설비를 갖추도록 함 - 정소 불필요

* 빗물관리시설
- 위치: B 동 지하 3층
- 관리내용: 각 조의 수질, 수위 등을 표시(지하 저장조 1,2,3)
- 펌프 별로 보내진 물의 양을 계량
- 펌프의 조작 및 유지관리
- 제 1조-3조 연결밸브 설치
- 컴퓨터를 이용하여 기록 및 저장
- 간단한 수질 측정장비 및 시설 비치

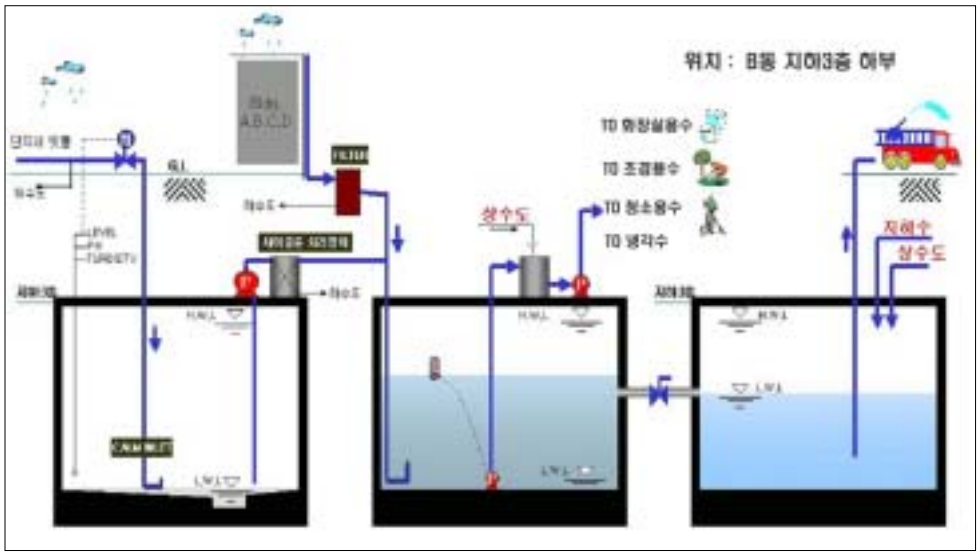
<그림 4-9> 지붕면 빗물 집수관 및 송수관 배치도



<그림 4-10> 비포장면 집수관 배치도



<그림 4-11> 저류시설 배치도



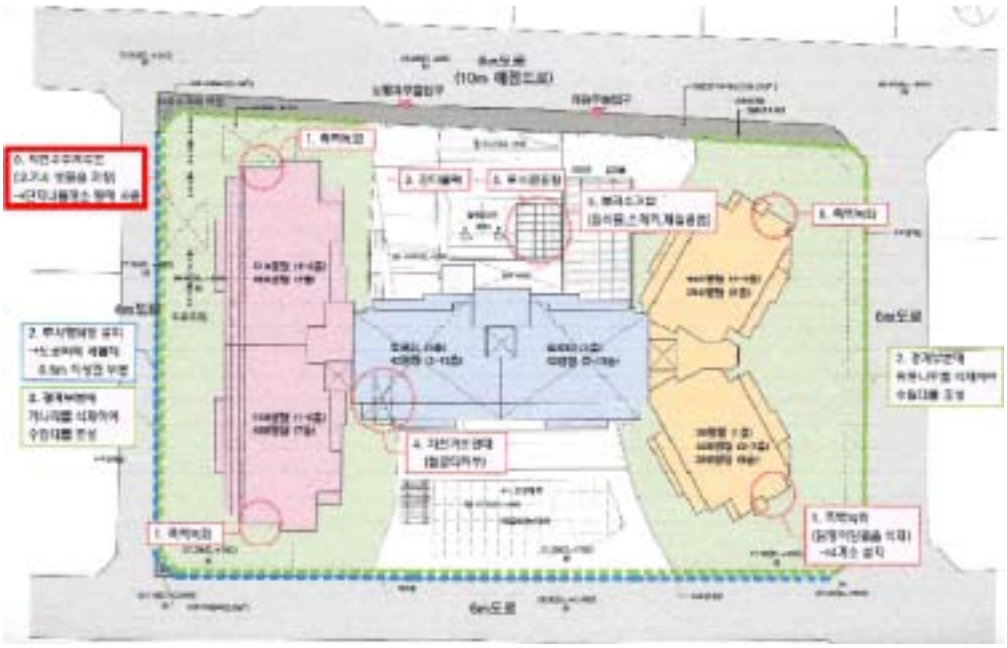
<그림 4-12> 저류조간 연계운전 Flowchart

3. 서초구내 재건축 아파트

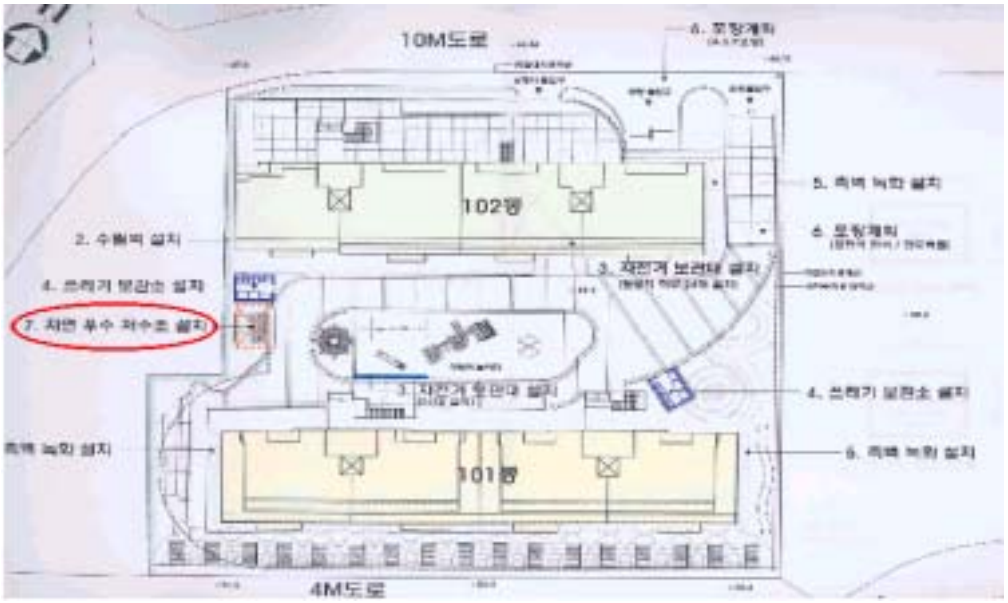
현재 11개 재건축 아파트에 빗물저류 시설을 설치하여 단지내 조경용수 및 청소용수로의 활용을 계획하여 공사하고 있다. <표 4-15>는 빗물이용 설치예정 재건축 아파트의 현황을 나타낸 것이다. <그림 4-13>, <그림 4-14>의 설계도면은 <표 4-15>의 설치예정 재건축 아파트의 실제 설계도면 중 일부로 빗물이용 시설과 벽면녹화가 같이 병행되어 설치되는 것을 알 수 있다. 벽면녹화 지역에 저류된 빗물을 이용하는 친환경적인 아파트로 다양한 빗물 이용의 사례를 보여주고 있다.

<표 4-15> 서초구 빗물이용 설치예정 재건축 아파트 현황

연번	대지위치	사업주체	시공자	규모	사업승인일 착공, 공정	착공 예정일	준공 예정일	저류조 용량
1	서초 1동 1642외8	서초하임 재건축조합	삼성물산(주)	12/2 2동 83세대 21,535.50㎡	2003.6.30	2003.10	2005.04	40.0㎥
2	서초2동 1347-1외7	양지빌라 재건축조합	(주)토다건설	12/2 2동 60세대 11,267.48㎡	2003.6.30	2003.10	2005.04	40.㎥
3	서초3동 1522-1외2	서초연립 재건축조합	삼성물산(주)	14/2 1동 56세대 12,519.93㎡	2003.6.21	2003.10	2005.04	12㎥
4	서초3동 1483-5외28	현대빌라(Ⅰ) 재건축조합	(주)포스코건설	14/2 2동 95세대 36,804.48㎡	2003.6.21	2003.07	2005.10	130㎥
5	서초3동 1476-2외6	현대빌라(Ⅱ) 재건축조합	(주)포스코건설	10/2 1동 34세대 11,482.73㎡	2003.6.21	200.307	2005.10	120㎥
6	서초3동 1520-3외5	서초 1520 재건축조합	삼성물산(주)	10/2 1동 57세대 14,000.55㎡	2003.6.27	2003.10	2005.04	10㎥
7	서초3동 1455-1외4	서원 재건축조합	경남기업	15/2 1동 55세대 12,966.68㎡	2003.6.27	2003.10	2005.08	40㎥
8	서초3동 1507-38,66	서초가든 재건축조합	두산건설	12/2 1동 47세대 11,009.06㎡	2003.6.30	2003.07	2005.07	67㎥
9	반포4동 79-1외5	성심연립 재건축조합	덕동종합건설	7/2 1동 26세대 5,668.49㎡	2003.6.21	2003.08	2004.08	4.5㎥
10	방배3동 981-40외11	청송 PH건설(주)	청솔PH건설(주)	9/2 1동 35세대 8,884.60㎡	2003.6.27	2003.08	2004.11	40.0㎥
11	방배4동 814-15외8	이연건설(주)	이연건설(주)	13/2 1동 48세대 6,907.30㎡	2003.6.30	2003.08	2005.05	4.0㎥



<그림 4-13> 서초동 서초연립 재건축 아파트



<그림 4-14> 서초동 1642번지 재건축 아파트 신축공사

4. 월드컵 경기장

빗물이용시설을 갖춘 국내 5개의 월드컵 경기장은 인천, 수원, 대전, 전주, 서귀포로서 지붕 면이나 운동장바닥, 부지 면에서 유출되는 빗물을 이용하여 경기장 내·외부에서 이용하고 있다.

집수된 빗물은 주로 잔디 살수용수로 사용되며, 화장실 용수, 조경용수 및 소방용수 등으로도 사용되고 있다. 빗물을 이용하는 저류조 용량은 200~710㎥이며, 집수면적에 비해 적은 용량의 빗물을 저류하고 있다. 외국의 경우 일반적으로 집수면적의 약 1/10 정도를 저류용량으로 계산하고 있다.

각 월드컵 경기장의 개요는 <표 4-16>과 같으며, 운영실태를 정리하면 다음과 같다.

<표 4-16> 빗물이용 월드컵 경기장 개요

명칭	집수면	집수면적	저류용량	처리시설	용도
인천	경기장지붕	17,500㎡	600㎥	-	잔디살수용수
수원	부지면 전체	425,500㎡	24,500㎥	-	홍수방지
대전	보조경기장 바닥	8,362㎡	200㎥	-	잔디살수용수
전주	경기장지붕	13,650㎡	1,160㎥	strainer, 모래여과, 활성탄여과, 염소소독	잔디살수용수, 조경용수, 소방용수
서귀포	경기장지붕	14,200㎡	500㎥	침사지, 드럼스크린, 모래여과, 염소소독	잔디살수용수, 화장실세정수, 조경용수

(1) 인천

인천월드컵 경기장은 잔디 살수용수로 빗물과 지하수를 병행하여 사용하고 있다. 경기장 지붕면을 집수면으로 하여 빗물을 지하저수조로 저류시키며 강우가 충분히 내리지 않는 시기에는 지하수를 보충하여 사용하고 있다. 또한, 탱크용량의 80%이상시 빗물이 유입되면 overflow되어 하수도로 흘러가도록 하였으며, 탱크용량의 30% 이하가 될 때에는 자동적으로 상수가 유입되어 상수가 용수로 사용될 수 있는 시스템이다.

초기빗물을 배제하기 위해 차단장치를 10분 동안 가동하고 그 이후부터의 빗물을 저류조에 집수시키고 있으며, 현재 빗물저류조의 부족으로 100% 활용은 하지 못하고 있다.

잔디 살수에 필요한 1회 용량은 290㎥으로 3일에 1번씩 살수하고 있다. 월별로는 2960㎥ 용량으로 그 중 빗물의 사용량은 660㎥이며 2,300㎥은 지하수를 사용하고 있다. 년간 사용

량은 35,500㎥이며 빗물은 7,900㎥, 지하수는 27,600㎥을 잔디살수용수로 이용하여 년간 35,500천원의 예산을 절감하였다.

(2) 수원

지하침투를 통한 홍수방재를 목적으로 저류조를 설치한 수원경기장의 경우 5개의 월드컵 경기장 중 빗물 저류조 용량이 가장 크다. 부지 면에서 집수된 모든 빗물은 홍수기에 지하로 침투시켜 일시적으로 빗물을 저류시킨 후, 맑은 날에는 하천으로 방류되도록 하였다.

조경용수, 살수용수 등으로의 활용방안을 모색한다면, 빗물저류조의 효율성을 보다 크게 높일 수 있을 것이다.

(3) 대전

① 빗물이용 시설 개요

- 빗물이동 경로 : 보조경기장 빗물 → 경기장 지반 하부에 설치된 유공관을 통해 여과된 후 집수정에 모임→ 우수관을 통해 판매동 지하 저류조(200㎥)에 유입 → 펌핑→ 주경기장, 보조경기장 잔디에 관수(이때, 저류빗물의 부족시에는 지하수를 보충하여 사용한다.)
- 시설비 : 지하 저류조 설치비로 190,000천원이 소요되었으며, 빗물집수정과 지하 저류조 연결관 설치비로 1,500천원이 사용되었다.
- 여과시설 : 보조경기장 자체가 세사(30㎝), 왕사(5㎝), 콩자갈(10㎝), 자갈(20㎝)로 여과기능을 하는 지반으로 구성되어 있다.
- 빗물 이용량 : 연간 약 2,000㎥

② 이용현황

- 2002년 : 연중 강우량이 많은 하절기에 주로 이용되었으며, 2002년도에는 2,000㎥(10회) 가량의 빗물을 보조경기장 잔디물주기에 이용하였다.
- 2003년 : 잦은 강우로 잔디 살수용수의 이용이 필요하지 않았으며, 현재까지 받아둔 빗물을 1회(200㎥) 사용하였다.

(4) 전주

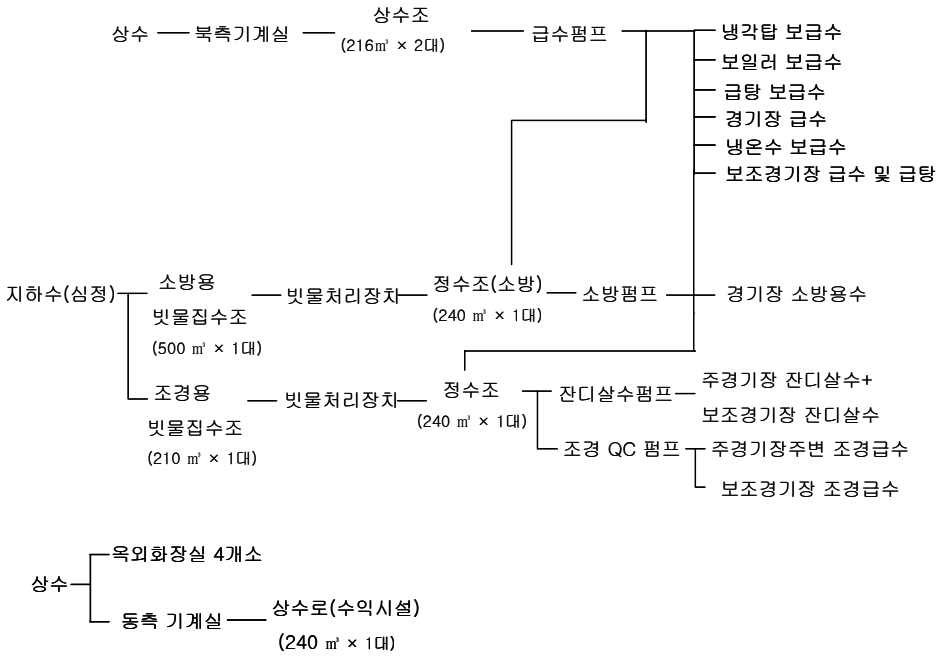
전주 월드컵경기장 빗물이용시설은 집수면을 지붕면으로 하며, strainer, 모래여과, 활성탄여과, 염소소독의 처리과정을 갖추고 있다. 저류된 빗물은 잔디살수, 조경용수 및 소방용수로 빗물이 부족한 경우에는 지하수를 보충하도록 설계 및 시공되어 있다.

빗물은 경기장 전체 지붕면적의 1/2를 이용하여, 북서측, 남서측, 서측 3개소의 집수면(13,650㎡)을 통해 빗물의 원수로서 채수되어 Strainer, Pre-Filter,Carbon-Filter를 거쳐 정수 처리된다. 집수조에 저류하여 정수처리된 빗물은 조경용수와 소방용수로 사용되며, 각각의 빗물 저류조 용량은 <표 4-17>과 같다.

<표 4-17> 전주 월드컵경기장 용도별 빗물 저류조 용량

구분	저류조용량(㎥)
조경용 빗물 저류조	420㎥(원수조 210㎥, 정수조(淨水槽) 210㎥)
소방용 빗물 저류조	740㎥(원수조 500㎥, 정수조(淨水槽) 240㎥)

주경기장 및 보조경기장 잔디살수 용수로 빗물을 이용하여 연간 40백만원 정도의 경제적인 효과를 보고 있다. 그러나, 소방용 빗물저류조(740㎥)는 재해시에 사용하기 위하여 설계 및 시공되었으며, 빗물이용 시설의 지속적인 유지관리를 소홀히 하여 현재에는 저류조에 빗물이 저류된 상태로서 거의 사용하지 않고 있다. 한편, 조경용 빗물저류조는 잔디살수용수로서 필요한 최저용수량 160㎥/일이 강우량에 따라 부족하여 그 대신 건설단계부터 시공된 유량이 풍부한 지하 120m에서 지하수를 양수하여 잔디 살수용수 등으로 사용하고 있다. 따라서, 도시침수 예방을 위해서도 소방용 빗물저류조는 강우후에 바로 하수관거 또는 인근 하천으로 배제하여야 할 것이다. 한편, 소방용빗물 저류조도 잔디살수용수로서 이용하기 위한 수질측면에서는 문제가 없을 것으로 판단되기 때문에 적극적인 빗물이용이 기대된다. <그림 4-15>는 상수 및 빗물처리장치를 통한 정수 공급계통도를 나타낸 것이다.



<그림 4-15> 전주 월드컵경기장 상수 및 빗물 공급 계통도

(5) 서귀포

① 빗물이용 시설 개요

제주도 서귀포 경기장은 지붕면에서 집수된 빗물이 빗물연결관을 통해 차례로 3층부터 지하 1층을 따라 지하 침사지를 거쳐 빗물저류조에 집수된다. 침사지에서 overflow된 빗물은 토목 배수로를 통해 방류된다. 지하 저류조에 집수된 빗물은 잔디살수, 소방용수, 화장실용수 등으로 이용하므로 빗물저류조 및 잡용수처리수조 용량산정은 주간사용량 이상을 처리 및 저류할 수 있는 용량과 소방용수를 저장할 수 있도록 설치되어 있다. 그 외 기타 빗물은 토목공사를 행하여 단독배관으로 우수관로에 연결시키고 있다.

지붕면을 통해 집수된 빗물은 수질이 양호하여 간단한 여과장치로 여과하여 재이용할 수 있으므로 경제성이 높지만 날씨에 따라 사용 가능량이 좌우되므로 용수확보가 불안정하다. 따라서, 빗물이 부족한 경우에는 수돗물을 보충하도록 계획하였으며, 우기에는 빗물을 최대

한 집수하여 잡용수로 이용하도록 일주일 사용량 정도의 용량으로 빗물저류조 잡용수처리 수조를 선정하였다. <표 4-18>은 잡용수조 및 빗물저류조 용량을 나타낸 것이다.

<표 4-18> 서귀포 월드컵경기장 잡용수조 및 빗물 저류조용량

장비명칭	용량	비고
잡용수 처리수조	850㎥(소방용수 포함)	
빗물 저류조	500㎥	시즌 주간 사용량 저장

주 : 소방용수로 250㎥ 용량을 확보하고 있다.

② 이용 현황

서귀포 월드컵 경기장의 경우 집수된 빗물은 잔디살수, 조경용수 및 화장실용수로 각각 경기장과 옥외조경용수에 사용되고 있다. 월평균 강우량과 잔디살수, 조경용수 및 화장실용수 사용을 위해 채수되는 빗물의 양은 <표 4-19>에 나타냈으며, 용도별 주간 사용빈도와 잡용수 사용량은 <표 4-20>와 같다.

<표 4-19> 서귀포 월드컵경기장 강우량 및 빗물 채수량

구분 \ 월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
월평균 강우량(mm)	59.61	89.73	140.0	165.9	252.4	263.5	269.1	297.6	145.1	52.8	78.1	26.3
월평균빗물채수량(㎥)	(-)	(-)	(-)	2,066	3,143	3,281	3,351	3,706	1,807	658	972	(-)
주간	(-)	(-)	(-)	482	710	766	757	837	422	149	227	(-)

<표 4-20> 서귀포 월드컵경기장 빗물의 용도별 사용량(주간)

용도	대상지역	1일 사용량	주간사용빈도	주간 사용수량
잔디살수	경기장	110㎥/일	3회/주	330㎥/주
조경용수	옥외조경용수	30㎥/일	3회/주	90㎥/주
화장실용수	경기장	638㎥/일(10㎥/일)	1회/주	700㎥/주

주 : ( )는 비수기를 나타냄.

경기장 관리를 위해 필요한 전체 잡용수 수량에 따른 빗물 이용량과 부족분을 채우기 위한 수돗물의 보충량을 나타내면 <표 4-21>과 같다. <표 4-21>에서 알 수 있듯이 갈수기인 12월부터 3월까지는 빗물이용이 없으며, 10월과 11월에는 각각 9.7%, 14.8%이며, 4월부터 9

월까지는 27.6%~54.7%이다. 특히, 여름철인 6월부터 8월까지는 50% 정도로서 우리나라 강우특성에 따른 빗물이용이 상당히 높은 것을 알 수 있다. 한편, 1년 평균 빗물이용율이 31.8%로 빗물의 잔디살수용수로서의 효율적 이용 및 수돗물의 절수효과를 나타내고 있다.

<표 4-21> 서귀포 월드컵경기장 연간 잡용수 사용량과 빗물/수돗물 보충량 (단위 : ㎥, %)

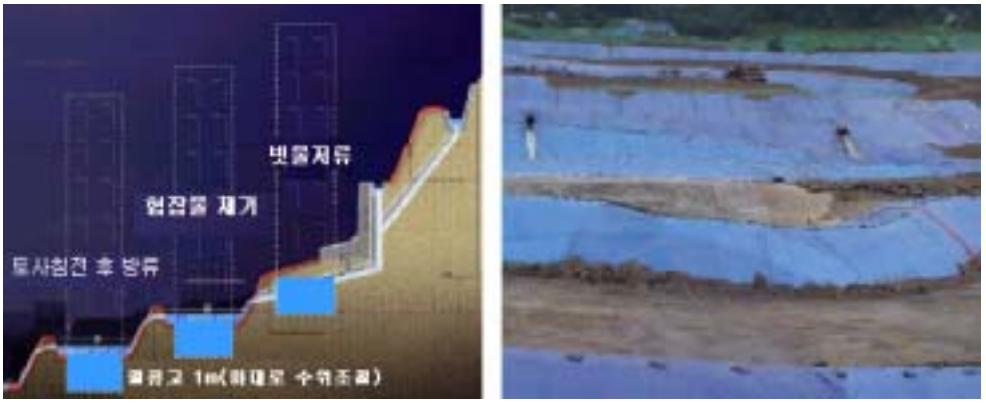
구분 \ 월	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	합
잡용수 사용량	806	728	4,216	6,553	6,771	6,553	6,771	6,771	6,553	6,771	6,553	806	59,853
빗물 이용량	-	-	-	2,066	3,143	3,281	3,351	3,706	1,807	658	972	-	18,985
수돗물 보충량	806	728	4,216	4,487	3,628	3,272	3,421	3,065	4,746	6,113	5,581	806	40,868
빗물이용비율	0	0	0	31.5	46.4	50.0	49.5	54.7	27.6	9.7	14.8	0	31.8

5. 관악구 난곡지구

(1) 임시 빗물저감 저류시설 설치

2001년 수해로 관악지구 내에서는 사상자 76(사망 12, 부상 64)과 침수피해 7,369세대로 인하여 약 1,171천만원의 위로금과 약 1,269천만원의 복구비용이 발생하였다. 현재 난곡의 171,770㎡(52,000평)의 부지에 대한 주택공사가 시공하는 3,300여 세대 아파트 건립 터파기 토공사가 진행되면서 이에 따라 우기시 토사 유출이 우려되어 이에 대한 예방 대책으로 임시적으로 빗물유출 저류시설을 설치하여 2003년 홍수피해를 예방하였다. 사업장을 4개 유역으로 구분하여 유로를 설치하고 아파트 지하 및 주차장 터파기 구간을 활용하여 총 45,300㎥ 용량의 임시 빗물 저류조를 만들었다. Ⅰ구역에는 5,000㎥, Ⅱ구역에는 21,100㎥, Ⅲ구역에는 12,200㎥, Ⅳ구역에는 7,000㎥ 용량의 저류시설이 설치되었다. 그 결과 2002년 8월 4일부터 7일까지 4일동안 416mm의 집중호우에도 반지하주택 10여 세대의 일시침수를 제외하고는 단 한 건의 인명피해도 발생하지 않았다. 저류조는 대형 침사지로 1차 저류조에서는 빗물을 저류하고 2차 저류조에서는 협잡물을 걸러낸 후 3차 방류조에서 빗물만 기존 하수관으로 방류하는 것으로 구성되었다. 이러한 저류시설을 통하여 주택침수를 예방할 뿐 아니라 빗물을 정원용수나 도로청소, 소방차 용수로 활용할 수도 있다. <그림 4-16>과 <그림 4-17>은 빗물유출 저감을 위한 저류시설 구역 개요도와 저류조에서의 빗물 유출과정과 임시 빗물 저류시설을 나타낸 것이다.

<그림 4-16> 관악구 난곡지구 빗물유출 저류시설 구역 개요도



<그림 4-17> 난곡지구 저류조 빗물 유출과정과 임시 빗물저류시설

제 5 장 빗물이용 관련시책(세제특례조치, 조성제도 등)

제1절 국외

1. 일본

일본에서는 빗물저류시설 설치를 장려하는 의미에서 빗물이용 시설에 필요한 설비자금을 보조금으로 교부하거나 장기에 걸쳐 저리로 융자해 주어, 빗물이용 시설을 사용함에 있어 경제적인 부담을 덜어주고 있다.

우선적으로 국가에서 행하고 있는 공적조성을 살펴보면, 국토교통성의 『빗물저류·이용시설을 위한 세제특례조치』와 『도시빗물대책설비정비사업융자제도』로, 일본개발은행, 중소기업금융공고, 국민금융공고에서 우대된 차입조건(장기저리)으로 필요한 자금의 일부를 빌릴 수 있는 제도가 있다.

다음으로 지방 지차체를 살펴보면, 빗물의 저류, 침투 및 이용에 관한 실태조사를 한 결과 조성을 하고 있다고 답변한 자치체는 50개에 달했다. 이 중 빗물이용에 관한 지침·요강을 갖고 있는 자치체도 42개였다. 또한 빗물이용 탱크의 설치에 조성을 하는 자치체가 36, 불용정화조의 빗물탱크의 전용만으로 조성하고 있는 자치체가 7, 빗물탱크 및 불용정화조의 빗물탱크의 전용의 양방에 조성하는 자치체가 16개였다. 빗물의 지하 침투에 대해 조성하는 자치체도 21개였으며, 그 중 14개 자치체가 빗물탱크의 설치와 빗물지하침투의 양방에 대해 조성금 제도를 갖고 있었다. 제도를 살펴보면, 주택건설자금의 융자액을 빗물이용의 경우에 할증한 오키나와현(沖繩縣)의 제도와 사이타마현(埼玉縣)의 빗물이용 주택을 「지구환경을 배려한 생활」로서 신축·구입자금을 우대 대출하는 제도, 정화조를 빗물탱크로 전용하는 경우에 조성금을 교부하는 코시가야시(越谷市)의 제도 등이 있다.

1.1 국가가 행하고 있는 조성(국토교통성)

『빗물저류·이용시설을 위한 세제특례조치』

1998년도부터, 대도시지역 등에 일정의 빗물을 저류하여, 이용 또는 침투시키는 시설(이하 「빗물저류·이용시설」)을 설치할 경우에는, 법인세(소득세)의 할증상각이 인정된다.

1) 제도의 목적

지하수 함양에 의한 물환경의 왜곡에의 대처, 강우시에 있어서 하천에의 유출억제를 도모하기 위한 빗물저류·이용시설의 정비를 도모하는 것이 필요하다. 더욱이, 빗물을 저류하고 잡용수로 이용하는 것은 물수요의 완화를 도모할 유효한 수단이고, 또한 합류식 하수도에 있어서 강우시의 오수 월류를 막는 관점으로부터도 빗물을 일시적으로 저류하는 것이 유효하다.

이상의 것으로부터 빗물저류·이용시설의 정비를 도모할 필요가 있지만, 행정 레벨의 것만으로는 그 정비에도 한계가 있어 민간사업자에 의한 빗물저류·이용시설의 설치에 대한 인센티브로써 법인세(소득세)의 특례조치를 강구하는 것으로 하고, 정비의 촉진을 도모한다.

2) 법인세(소득세)의 특례조치의 내용

① 적용요건

세의 특례를 받기 위해서는, 다음의 대상지역과 대상시설의 요건을 충족시켜야 한다. (조세특별조치법 제 14조 제 3항 및 동법 제 47조 제 3항 참조)

- 대상지역 : 수도권 정비법에서 정한 기시가지 및 주변 정비지대, 킨키권(近畿圈)정비법에서 정한 기도시 구역 및 주변정비구역, 중부권 개발정비법에서 정한 도시정비구역 및 인구가 30만인 이상의 시의 구역에서 건축 또는 설치하는 것.
- 대상시설 : 빗물을 100㎥ 이상 저류하여, 이용 또는 침투시키는 구축물건인 것.
  (구축물과 합하여 설치한 멸균장치 및 여과장치도 포함)
  구축물로는, 수조, 송배관, 사일로(silo), 용수지 등이 있다.

② 특례조치의 내용 (조세특별조치법 제14조 제2항 및 동법 제47조 제2항 참조)

빗물저류·이용시설을 취득하여, 그 사업시설설치 후 5년간, 그 시설의 상각 한도액은, 통상적인 상각한도액에 100분의 12를 더한 액이 상각한도액으로 인정하며(할증상각제도), 당초의 5년간은 통상적인 세금을 지불할 경우에 비교하면, 그 정도로 적어진다(최초의 5년간의 세부담을 완화하기 위하여 마련된 제도).

3) 기타 빗물저류·이용촉진의 제도

① 빗물·배수이용시설촉진세제

갈수시에 있어서 물 수요의 완화 및 홍수시의 하천 유출증가의 억제, 하수도에의 부담 완화 등의 관점으로부터, 하수처리수의 재이용 시설 및 그것과 동시에 설치되는 빗물 저류조에 대한, 법인세(소득세)의 특별상각(시설의 취득했던 연도에 상각한도액을 증산하는 제도)이 인정되고 있다. 빗물저류·이용시설의 세의 특별조치처럼 지역요건, 규모요건은 특별히 없다.

② 도시치수대책 융자제도

도시화의 현저한 하천의 유역에 있어서 보수·유수 기능의 보전, 빗물의 재이용의 갈수대책 등 도시부에 있어서 치수대책을 종합적으로 추진하기 위하여, 일본개발은행으로부터 장기저리자금의 융자제도가 있다.

융자대상시설로써, 3대 도시권에서 건축되고, 건축물의 지하 등에 100㎥이상의 빗물저류시설을 설치하여, 또한, 그 빗물을 재이용하여 건축물(빗물저류·활용형 건축물)이 있고, 건축물전체의 건축비에 대하여 저리(연리2.35%: 1998년 7월10일 현재, 상환기간 25년의 범위내)에서 융자(융자비율 40%)로 받을 수 있다.

③ 수자원 유효이용 융자(국토청)

- 융자대상

: 칸토우린카이(關東臨海), 긴키린카이(近畿臨海), 북부 규슈(北部九州) 등의 물수급 핍박지역 및 인구 50만 이상의 도시권에 있어서, 시설을 설치하는 사업자

- 융자비율 : 30%
- 건축기준법상의 우대

: 잡용수 이용시설의 바닥 면적을, 기준용적율의 1.25배를 한도로 하여 용적률 산정의 대상외로 한다.

④ 국토교통성 소관의 융자제도

『도시빗물대책 시설정비사업융자』

토지이용이 고도화되고 있어 도시지역에 있어서, 종합적인 치수대책의 일환으로써, 하천개수뿐만 아니라 유역내에서의 유출억제대책을 겸하여 빗물 저류시설, 조정지 및 침수방지 시설의 설치를 유도·촉진하는 것을 목적으로 한다. 1986년도에 제도를 창설하였다.

• 융자대상

3대 도시권 및 도시하천 개수지역 등에 있어서 다음의 시설

- 건축물의 지하 등의 치수효과를 향상시키는 빗물저류시설 등
- 조정지
- 방수문짝 등 (공익적 시설에 해당)

• 융자기관

- 일본개발은행
- 중소기업금융공고 및 국민금융공고 (조정지를 제외함)

『지역정책 할증융자 (특정 빗물대책주택)』

토지이용이 고도화됨에 따라 도시지역에 있어서는, 하천 개수뿐만 아니라, 유역내에서의 빗물저류 및 유역내의 각 시설에 관계된 침수방지 대책 등을 종합적으로 추진하는 것이 필요해지고 있다.

지방 자치체가 빗물이용과 같은 대책을 행한 주택의 건설을 촉진하는 시책을 실시하는 경우에, 주택금융공고(住宅金融公庫에) 대해서도 주택에의 융자액을 통상의 금액보다도 할증하여, 이러한 시책의 효과적인 추진을 도모하는 것을 목적으로 한다. 1988년에 제도를 창설하였다.

• 융자대상

- 침수대책으로 마루바닥을 높이는 공사 또는 방수벽 등 설치공사
- 가뭄대책으로 부지내에 빗물을 위한 저류조의 설치공사

• 할증 융자액 : 50만円/호

• 융자기관 : 주택금융공고

『빗물이용설비에 대하여 주택금융공고 할증대부』

1994년도에 의해, 수자원의 유효이용의 관점으로부터, 빗물을 화장실의 세정과 살수 등으로 이용하는 설비를 설치하는 주택에 대하여 할증 대부를 하고 있다.

• 내용 : 빗물이용설비설치 공사를 행할 경우, 50만엔/호를 할증융자

• 융자기관 : 주택금융공고

국민금융공고에 의한『 도시빗물대책시설정비사업융자제도』

당 공고가 행하고 있는 특별대출 기간의 안전대출을 적용하여 융자된다.

- 제 도 명 : 도시빗물대책시설정비사업융자제도
- 대 상 자 : 도시빗물대책시설정비사업을 행한 분들(개인•법인)
- 대상시설 : 빗물저류조 및 관련 급배수위생설비. 부지내로 내린 비의 일부 또는 전부를 일시적으로 저류한 것이면 빗물이용(중수도)의 유용에 관계없이 대상이 된다. 저류조(못)뿐만 아니라 관련 배관이나 펌프를 포함한 시스템 전체에 관한 공사비가 융자된다.
- 금 리 : 당초 3년간에서 년 4.1%, 4년째 이후는 년 4.3%. 고정금리.
- 상환기간 : 15년 이내.(기간내 거치기간 2년 이내)
- 대출한도 : 직접대출 6,000만엔. 단, 다른 대출제도를 병용하면, 1억엔까지 대출이 가능하다.
- 창 구 : 국민금융공고 각 지점 및 이하의 각 상담센터

  도쿄상담센터 ☎03-3270-4649
  오사카(大阪)상담센터 ☎06-536-4649
  나고야(名古屋)상담센터 ☎052-211-4649
  각 지방공공단체 종합치수대책담당부과(하천과 등)
  건설성하천국도시하천실 ☎03-5253-8447
  (사)빗물저류침투기술협회 ☎03-5275-9591

중소기업금융공고에 의한 『도시빗물대책시설정비사업융자제도』

공고가 행한 특별대출 중의 산업안전대출을 적용하여 융자된다.

- 제 도 명 : 도시빗물대책시설정비사업융자제도
- 대 상 자 : 일정규모이하의 기업을 대상으로 한다. 기업의 규모는 업종에따라 다르게 된다. (예: 소매업(물품판매업) = 자본금 1천만엔 이하 또는 종업원 50인 이하의 기업)
- 대상시설 : 빗물저류조 및 관련 급배수위생설비. 부지내로 내린 빗물의 일부 또는 전부를 일시적으로 저류한 것이면 빗물이용(중수도)의 유무에 관계없이 대상이 된다. 저류조(못)뿐만 아니라, 관련 배관이나 펌프를 포함한 시스템 전체에 관한 공사비가 융자된다.

• 창　　구 : 중소기업금융은행본점　　☎03-3270-1261(대표)
동 공고 각 지점
일반국민금융기관(중소기업금융은행대리점)
각 지방공공단체 종합치수담당부과
건설성하천국도시하천실　　☎03-5253-8447
(사)빗물저류침투기술협회　　☎03-5275-9591

일본개발공고에 의한 『도시빗물대책시설정비사업융자제도』

동 은행의 생활·도시기반정비·도시개발에 대한 융자범위의 1항목으로서 융자된다.

• 제 도 명 : 도시빗물대책시설정비사업융자제도
• 대 상 자 : 주식회사, 조합, 재단법인. 업종의 한정은 특별하지 않다.
• 대상시설 : 빗물저류시설. 부지내로 내린 비의 일부 또는 전부를 일시적으로 저류한 것 이면 빗물이용(중수도)의 유무에 관계없이 대상이 된다.
• 창　　구 : 일본개발공고도시개발부　　☎03-3244-1710(동 은행 본점)
일본개발은행 각 지점 및 각 사무소(기획조사과)
각 지방공공단체 종합치수담당부과
건설성하천국도시하천실　　☎03-5253-8447
(사)빗물저류침투기술협회　　☎03-5275-9591

1.2 지방자치체에서 행하고 있는 조성

(1) 東京都 스미다구(墨田區) 빗물이용추진시책

1) 빗물이용추진 시책체계

① 보급사업

- 공공시설부터 공급
- 민간시설로부터 보급
- 우수이용추진조성제도
- 양호한 건축물과 시가지의 형성에 관한 지도요강마련
- 우수지하 침투의 추진

- 기술개발의 추진 및 기술자 양성

② 공사

- 민간에 대한 공사추진
- 시민단체의 육성 (우수이용을 추진하는 전국시민의 모임활동 조성)
- 국제협력의 추진 (해외시찰대응, UNEP와의 공동영문 북레터 제작 등)
- 빗물자료관 설치

2) 빗물이용추진지침(1995.4) - 빗물이용 가이드라인의 포인트

- 구 시설의 빗물이용의 설치 원칙
- 민간에서 빗물이용을 지도
- 민간의 빗물탱크 설치를 조성

3) 빗물이용 촉진을 위한 경제적 조성제도(1995.10)

- 철근콘크리트구조 저류조(5㎥ 이상) 100만엔 한도
- FRP, 스테인레스, 고밀도폴리에틸렌 제 등 중규모저류조(1㎥ ~ 5㎥) 30만엔 한도
- FRP제 등 소규모저류조(1㎥ 미만) 4만엔 한도

4) 개발지도요강과 빗물이용(1995.12)

『양호한 건축물과 시가지형성에 관계된 지도요강』 제4절 생활환경건설의 충실 총칙 제20조

: 사업자는, 환경과의 공생 및 자원절약을 위해 투수성 블럭정비 또는 침투포장에 의한 정비를 행하는 것보다 빗물우수의 지하침투에 대한 노력과 동시에 사업구역면적이 500㎡ 이상의 사업과 공공적인 사업에 있어서는 빗물이용의 적극적인 활용이 필요하다.

(2) 오키나와현(沖繩縣)의 조성제도

오키나와현(沖繩縣)에서는 단독주택의 전용주택에서 빗물이용을 설비한 경우나 산업개발자금대상자가 수자원의 유효이용을 도모하기 위해 잡용수이용시설을 설치한 경우를 대상으로 1991도부터 융자제도를 제정하고 있다. 핍박한 물의 수급관계를 완화하기 위해 화장실용

수 등으로 빗물을 이용할 때 공사비를 할증하여 융자해주는 것에 의해 수자원의 유효이용촉진을 목적한 오키나와현(沖繩縣) 독자의 제도로, 오키나와(沖繩)진흥개발금융공고로부터 융자된다.

① 개인주택건설자금=빗물이용시설 설치공사비융자할증가산제도

빗물을 이용하기 위한 설비공사를 한 단독주택의 전용주택에 대해 50만엔을 할증하여 융자한 제도이다.

- 대 상 지 역 : 오키나와현(沖繩縣) 아래 전역
- 빗 물 용 도 : 수세화장실 용수, 정원살수, 잡용수, 기타
- 저 류 조 : 설치방식은 지하설치방식 또는 지상설치방식. 용량은 원칙에 의해 6㎥이상. 덧붙여 급수하기 위한 고치탱크의 용량은 불문. 저류조의 구조는 원칙에 의해 철근콘크트구조로 지하저류조의 경우 지반부분은 지반면의 반력을 받으므로 내압판으로 하고, 기타에 대해서는 구조계산으로 충분한 강도를 갖도록 할 것.
- 급 수 방 식 ; 고치탱크설치형, 압력펌프형, 중력낙하형

② 지역수자원유효이용촉진자금=산업개발자금

- 대 출 대 상 : 오키나와(沖繩)에 있어서 산업개발자금 대상자 중에서 수자원 유효이용을 도모하기 위한 시설 설치
- 자 금 용 도 : 잡용수로 이용하기 위해 필요한 다음의 설비 취득자금 용도
  - a) 잡용수이용에 필요한 수처리설비 또는 빗물집수설비
  - b) a의 기초설비(배관, 펌프류, 고치수조, 전기계장류, 토목·건축설비 등)
  - c) a 및 b의 설비에 필요한 토지 구입·임차대금
- 대 출 한 도 : 총 소요자금의 70%이내
- 상 환 기 간 : 20년이내(기간내 거치기간 3년 이내)

③ 주택개량자금

기설 주택에서 빗물이용 설비를 공사한 경우에서도 주택개량자금의 대상이 된다. 단, 공사비가 100만엔 이상의 경우에 한해서이다. 대출기준 등의 상세한 내용에 대해서는 오키나와(沖繩)진흥개발금융은행 또는 인근 금융기관과의 안내를 받도록 한다.

• 참고 자료 : 『빗물을 생활 속에서/ 빗물이용의 입문』 오키나와현(沖繩縣) 기획개발부 진흥개발실(☎098-877-3344)1993년3월 발행

④ 지역 수자원 유효이용 촉진자금(산업개발자금)

• 대부대상 : 오키나와에서의 산업개발자금의 대상인 자 중에서 수자원의 유효이용을 도모하기 위하여 시설을 설치한 자
• 자금한도액 : 총소요자금의 70%이내
• 상환기간 : 20년이내 (중 거치기간 3년 이내)

(3) 사이타마현(埼玉縣)의 마이 홈 자금의 저리융자

사이타마현(埼玉縣)의 『사이노쿠니(彩の國)의 주택융자제도 』에서는, 현내에 일정기준을 만족시킨 양질의 주택을 신축하거나 구입하는 경우에 사이타마현(埼玉縣)과 금융기관이 자금면에서 협력하여 현이 정한 조건에서 저리의 마이 홈 자금을 융자하는 제도이다. 융자대상주택의 주된 요건 중에는 「지구환경을 배려한 주거」가 있고, 그 1항목은「절수 또는 빗물이용 등에 의한 상수사용량의 삭감」이 들어 있고, 빗물이용을 위한 설비를 채용한 주택에 대해서도『사이노쿠니(彩の國)의 주택융자제도 』에 의한 저리융자를 받을 수 있다.

• 융 자 대 상

① 융자대상 주택의 주된 요건

a) 주택금융은행의 융자를 이용한 주택일 것
b) 현에서 정한 주택건설기준을 만족시키는 주택일 것
c) 경관이나 시가지 등을 배려한 주택일 것
d) 이하의 4항목 중 하나에 적합한 주택일 것
- 지구환경을 배려한 주거
- 고령사회를 배려한 주거
- 현(縣)産材를 사용한 주거
- 특별한 목조의 주거

②「지구환경을 배려한 주거」의 조건

지구환경을 배려한 주거로서, 다음의 항목이 들어 있다.

a) 자원의 유효이용 및 폐기물삭감에 관한 조건의 하나로 절수 또는 빗물이용 등에 의한 상수사용량의 삭감, 빗물저류탱크의 설치(살수, 세차, 화장실 용수 등의 이용 목적)한 경우

b) 자연환경 등 주변환경과의 조화에 관한 조건의 하나로 빗물의 지하침투, 투수포장 및 침수받이를 설치한 경우

- 대 출 조 건 : 1994년도 연리 3.55%. 원칙으로서 금융기관의 신청접수개시의 대체로 1개월 전에 주택금융공고의 기준금리에서 0.5%를 뺀 이율 적용
- 참고 자료 : 사이타마현(埼玉縣)『사이노쿠니(彩の國)의 주택융자제도 』1994년도 신청서

(4) 코시가야시(越谷市)

① 정화조 빗물저류시설운용조성금

사이타마현(埼玉縣)코시가야시(越谷市)에서는 공공하수도 배수설비의 정비를 수반하여 불필요하게 된 각 주택의 정화조를 빗물저류조 전용으로 빗물을 유효이용하려고 도입하는 것에 대하여, 필요한 비용의 일부를 조성하고 있다. 「자원의 유효이용과 빗물의 지하침투를 적극적으로 추진하고, 도시기상의 완화와 빗물의 유출억제 도모, 코시가야시(越谷市) 에코토피아(エコトピア:ecotopia) 계획을 지향한 지구온난화의 방지에 이바지하는 것을 목적」을 행하고 있는 것으로, 1993년 10월 1일부터 시작했다. (참고에서 정화조의 저류량은 5~7인조에서 평균 1.5㎥ 전후이다.)

정화조의 빗물저류조 개조는 비교적 간단하여 요령이 좋은 사람이라면, 스스로 개조하지만 업자에 의뢰하면 급수펌프의 설비를 포함해 10~15만엔 정도 소요된다. 「공공하수도 배수설비의 정비비용을 각 집에서 30~40만엔 부담해야 하는 시기로 빗물이용을 위해 더욱 지출해야 한다.」에서 부담이 되면, 조성하게 될 것이다.

- 조 성 대 상 : 빗물이용을 위해 정화조를 스스로 부담하고 빗물저류조 등으로 개조전용하는 사람.
- 조 성 금 액 : 일률 3만5천엔으로 하며, 이 금액은 다음과 같은 근거에서 결정된 것이다.

a) 150와트 전후의 수중펌프의 메이커가격은 3~4만엔이다.

b) 정화조에 의한 빗물의 택지내 저류량은 1.5㎥정도이며, 공기관이 유수지, 조정지를 시공시의 시공단가는 3~4만엔 정도이다.

- 실　　적 : 1993년도(1993년 10월~1994년 3월) 3기 조성금교부
  1994년도(1994년 4월~) 2기 신청 중
- 창　　구 : 코시가야시(越谷市)시청 환경부환경보전과 ☎0489-64-2111
- 참고 자료 : 코시가야시(越谷市) 정화조의 빗물저류시설전용조성금교체제도개요

『정화조의 빗물저류시설 전용조성금』

- 대상자 : 公共下水道 설치에 의해 불용된 정화조를 빗물저류시설로 전용하기 위하여 개조공사를 본인이 부담하여 행하는 자
- 조성금액 : 개조공사 1건에 대해 3만 5천엔
- 조성금의 교부조건

- 불필요한 정화조에 빗물통 등의 배관을 통하여 빗물을 모으는 구조가 되어 있을 것.
- 빗물을 이용하기 위한 펌프 설비(수중펌프, 낮은 우물용 펌프 등)가 설치되고 있는 것. 실제로 정화조를 빗물저류시설에 전용하기 위해서는 표준적으로 이하의 공정·개조가 필요한 것

- 불용 정화조의 이용

정화조의 내부의 불필요한 시설물을 철거하고, 내부를 2~3회 정도 세척한다. 빗물을 불용정화조에 저류시키기 위한 배관시설은 빗물 배제용 배관이 부설되어 있는 경우에는, 기존관과 불용정화조를 연결시켜 사용한다.

- 개조에 필요한 비용

정화조의 개조비용에 있어 배관방법과 정화조와의 위치 등에 의하여 상당한 차이는 있지만, 개조공사를 업자에 의뢰하는 경우, 5~7인조의 참고견적에는 10~15만엔정도(빗물통으로부터의 배관을 제외한다)이며, 펌프의 설치와 인건비가 대부분을 차지하고 있다.

그러나, 실제 공사를 시공하는 예(수중펌프를 사용하는 경우)에는, 6~8만엔 정도의 비용으로 개조할 수 있는 것도 많으며, 정화조의 처리비용(약 3만엔)이 절약가능한 것을 고려하면 시에서의 조성금(3만5천엔)과 아울러 6만5천엔 정도의 개조 자금이 생기는 것으로, 비교적 적은 부담으로 시공이 가능하다.

(5) 다카마츠시의 조성제도

① 빗물이용촉진 조성금

다카마츠시내의 자기의 관리하는 토지 및 건물에 있어서, 빗물의 저류 및 활용을 위해 시설·설비를 정비하는 개인 및 사업소에 대하여 다음의 보조를 한다.

- 소규모시설(저류용량 0.1㎥이상 1㎥미만의 저수조) 경비의 1/2(한도액 10만엔)
- 중·대규모시설(저류용량 1㎥이상의 저수조)1㎥당 4만엔(한도액 100만엔)

(간이 정화장치설비의 경우, 가산 제도 있음)

② 정화조의 빗물저류 침투시설 개조 조성금

공공하수도 설치에 의해 불용화된 정화조를, 빗물저류 침투시설로 전용하기 위하여 개조공사를 행하는 개인 및 사업소에 대하여, 개조공사에 필요한 비용의 금액 2/3(한도액10만엔)을 보조한다.

③ 민간

1997년도부터, 개인과 사업소가 정비하는 빗물 탱크, 빗물저류조의 조성과, 불용 정화조의 빗물저류조의 전용 조성을 행함에 있어, 2001년도 말에 빗물탱크 등 326건, 불용정화조 102건, 저수용량 누계에 1,156㎥의 조성실적이 있다<표 5-1>.

<표 41> 민간시설의 보급촉진 (조성건수)

	1997	1998	1999	2000	2001	2002
빗물탱크 (1㎥미만)	50	34	84	58	28	21
빗물저류조 (1㎥이상)	6	16	22	16	12	4
불용정화조	13	24	18	22	25	42
합계	69	74	124	96	65	67

2. 독일

독일에서는 지난 80년대 이후부터 도시지역에서 빗물을 지역적으로 분산시켜 지하로 침투시키는 기술과 시설들을 개발하였다. 최근 10년전부터 빗물에 대한 친환경적 처리 및 관리를 위한 계획 및 기술개발, 제도 등을 마련하고 있다. 현재 절수 및 빗물이용을 적극적으로 권장

하고 있으며 20만개 이상의 빗물이용시설을 설치·운용하고 있다. 2010년에는 유출되는 빗물의 24%가 회수되어 활용할 것으로 계획하고 있다.

2.1 국가가 행하고 있는 조성

(1) 빗물이용 관계법규

빗물이용 기술과 시설의 개발은 활발히 이루어졌으나, 빗물의 이용과 관련해서는 오히려 건설관렵법에서 위생상의 문제로 가정 내 빗물의 이용을 금지함으로서 비교적 덜 발달하였다. 그러나 최근에는 빗물의 집수 및 이용시스템의 확산을 위해서 이러한 시스템을 사용자나 운영자, 제조업자들에게 안전하게 이용할 수 있도록 합법적이고 또한 기술적인 규정을 적용하는 것이 필요하게 되었다.

독일에서 빗물관련시설물을 설치할 때에는 건축법, 음용수 수질법, 지역공동체의 하수처리법 등을 고려해야 한다. 빗물이용을 위한 시설물은 독일의 표준규격(DIN-Normen)에 적합하면 설치, 운영할 수 있다. 이를 위해서는 우선, 빗물이용시설물을 설치할 때에는 가정용 하수배출시설물의 자격요건을 충족시켜야 하며, 빗물이용시설물은 일정규모까지는 허가취득이 필요없지만 AVVW WaserV(법조항)이나 Trinkwasser-Nachspeisung과 관련된 법조항에 의거하여 지자체나 용수담당기관에 그 시설물을 신고해야 한다. 또한, 수질보전법과 관련된 허가취득의 의무사항이 없으며 빗물이용시설물의 모든 책임은 시설운영자가 지며, 음용수로 사용하지 않도록 하고 있다.

2001년 5월 새로 개정된 "음용수 관리법"에서는 빗물의 관리 및 이용을 위한 법적 규정을 포함하고 있다. 즉, 빗물이나 재사용하는 물이 건물 청소나 조경용수, 화장실용수로 어떠한 제한없이 사용할 수 있도록 하였고, 가정내에서 보다 적극적으로 빗물을 활용할 수 있도록 제도적 장치를 마련하였다.

법적 개정과 더불어 독일공업규격(DIN 1989-1:2001-10)에서 빗물이용과 관련하여 계획, 시공, 운용, 관리를 위한 기술에 대해 설명하고, 가정용, 상업용, 공업용, 그 외 공공기관에서 빗물을 사용할 수 있도록 설명하고 있다. 이처럼 독일에서는 빗물이용을 위한 법적 규정 및 공업규격을 마련하고 있으며, 이와 더불어 빗물침투시설의 설계 및 시공에 관한 규정(ATV-A138)과 옥상녹화 계획·설계 및 시행에 관한 기준 등을 마련하고 있다.

(2) 빗물관리 활성화를 위한 방법

독일에서는 분산형 빗물관리를 위한 여러 관련 법규와 권장사항들이 있다. 국가 자연보전법은 옥상녹화와 같은 분산형 수단들을 규정하고 있으며, 시의 상하수도 행정당국은 하수도 시스템 또는 지표수로의 빗물 배출을 금지한다.

독일에서의 상수도 요금은 평균 1.83유로 달러이다. 이 요금은 다른 나라들의 상수도 요금과 비교해 볼 때 가장 높으며, 1년 사이에 1.7% 정도가 상승하였다. 덴마크(1.79 유로 달러)가 두 번째로 높으며, 그 다음은 네덜란드, 영국, 프랑스 순으로 높다. 남아프리카, 미국, 캐나다의 상수도 요금이 0.43 유로 달러로서 가장 낮은 편이다. 그러나, 캐나다는 17.1%라는 국제적으로 가장 높은 연간 상수도 요금 상승률을 보여준다. 환경보호와 수질 보호를 위한 방안 때문에 할리팩스시(市)에서 물 값은 100% 상승하였다.

빗물 저류와 이용은 수돗물의 사용량 감소에 따라 상수도 요금을 직접적으로 절약할 수 있다. 함부르크에서의 상수도 요금은 ㎥당 1.47유로 달러이며, 이는 독일의 평균 상수도 요금인 1.83유로 달러에 비해 비교적 낮은 편이다. 베를린에서 상수도 요금은 1.89유로 달러로 이미 평균값보다 높은 편이나, 2004년 1월부터는 추가적으로 15% 상승되어 2.17유로 달러가 될 것이다. 이는 대략 일인당 1년에 평균 15유로 달러를 추가적으로 부담해야 한다. 평균 상수 소비량이 120ℓ/일(즉, 44㎥/년)이라는 점을 고려한다면, 베를린의 시민 한사람은 1년에 평균적으로 약 100유로 달러를 상수도 요금으로 지불해야 할 것이다.

2.2 지방 자치체가 행하고 있는 조성제도

국가의 기본적인 법률 규정 이외에도 지방 자치체별로 지역 특성에 맞는 여러 가지 빗물이용 설치규정을 정하여 조성금을 지원하고 있다. 베를린시, 함부르크시는 하수도 요금체계를 통해 빗물이용시설의 설치를 유도하고 있으며, 빗물이용시설의 설치확대를 위해 지방 자치체가 시행하고 있는 주요 하수도 요금체계와 살펴보면 크게 베를린시와 함부르크시의 경우로 요약될 수 있다. 또한, 오스나부룩시의 경우 수돗물 소비량 증대를 억제하기 위해 빗물이용에 대한 조성제도를 실시하고 있다.

(1) 베를린시(市)

2000년 이후 독일의 다른 도시들과 마찬가지로 빗물을 하수도 시스템으로 배출하는 경우

의 부과금을 올렸다. 2000년 이전에는 하수처리를 위한 부과금은 수돗물 소비량에 따라 계산된 단일요금(1.97유로 달러)만이 부과되었으나, 2000년 이후에는 분리요금제로 하수처리를 위해 1.61유로 달러를 부과하며, 포장면적 1㎡에 대하여 매년 1.28유로 달러를 부과한다. 포장면적에 따른 부과요금은 건물주가 빗물이용시설을 설치하여 하수도 요금을 절약하도록 하는 중요한 경제적 동기가 된다.

(2) 함부르크시(市)

빗물을 하수도 시스템으로 배출하는 경우에 대해 분리요금제를 적용하지 않는다. 빗물과 합류된 하수의 처리에 대한 부과금은 ㎥당 2.58유로 달러이며, 수돗물 소비량에 따라 요금을 부과시킨다. 예를 들면, 빗물이용 시설을 통해 수돗물 사용량을 감소시키는 것은 이러한 요금을 절약할 수 있으며, 현재의 요금체계로는 빗물의 처분을 위해 0.42유로 달러가 소요됨을 의미한다. 빗물이 전혀 하수도 시스템으로 배출되지 않는다는 점을 입증할 수 있다면, 전체 요금은 전술한 부분에 의해 감소시킬 수 있으므로 빗물이 현장에서 저류됨을 증명할 수 있는 빗물 침투 방안들이 빗물 집수와 결합한다면 훨씬 많은 돈을 절약할 수 있다.

(3) 오스나부룩시(市)

독일 북서부에 있는 오스나부룩시는 수돗물 소비량 증대를 억제하기 위해 1991년 9월부터 빗물이용에 대한 조성제도를 실시하고 있다. 지붕에 내린 빗물을 모아 화장실 세정수나 세탁수 등의 잡용수로 이용하고, 나아가서는 지하침투시키기 위한 일련의 설비신설에 대해서 필요한 자금을 시가 교부한다.

오스나부룩시의 수돗물 수원은 지하수이지만, 수돗물 소비량 증가로 지하수위가 저하되어 물순환으로 생태계에 심각한 영향을 미치고 있다. 오스나부룩시의 년간 강우량은 826㎜로 대략 서울의 57%이지만, 빗물이용은 옛날부터 행해 왔다. 오직 빗물을 급수하기 위한 동력펌프를 설치하지 않으면 안되기 때문에 최근에는 멀리하게 되었다.

따라서, 오스나부룩시에서는 빗물을 하수관거로 배수하지 않으면 그 양만큼 하수도요금을 할인해 주기 때문에 수돗물을 절약(4인 가족인 경우 수도요금 50%감면 효과)하게 되어 경제효과가 커져, 조성제도가 시작되면서 다시 한번 빗물이용이 활성화되고 있다.

- 조성대상 : 빗물을 집수하여 잡용수로 이용하고 지하침투시키기 위해 필요한 일련의 설비를 신설하는 개인. 또, 석면을 사용한 지붕 등으로부터 집수한 경우는 제

외된다. 또한, 조성은 1회만 한다.

- 조성금액 : 침투트렌치나 침투받이 등의 지하침투용설비는 집수면적 1㎡당 5DM를 지원하며, 최고 750DM(독일마르크, 1DM≒약 600원)까지 가능하다. 빗물을 집수하여 탱크나 정원의 못 등에 저류한 후 그것을 살수용수 등으로 활용하면서 지하침투 설비를 설치하는 경우에는 집수면적 1㎡당 5DM로 최고 750DM까지 지원이 가능하다. 그리고, 화장실용수나 세탁용수 등의 잡용수로 종합적 빗물을 이용하기 위해 설치한 빗물저류조와 빗물전용배관·펌프 등 일련의 설비에 대해서는 집수면적 1㎡당 2,000DM를 지원한다. 단, 일부 화장실용수나 세탁용수로 한정하여 빗물을 이용하는 경우에는 원래 지원금의 반액만을 지원한다. 이 경우, 빗물저류조의 월류수 등을 지하침투시키는 경우에는 집수면적 1㎡당 5DM를 지원하며, 500DM/까지 가산된다. 따라서, 빗물저류조에서는 수위계의 설치가 필요하다.
- 절차 : 공사 전에 시당국에 신청하고, 공사완료 후 설비검사를 받으면 조성금 교부.

3. 미국

Bermuda와 U.S. Virgin Islands의 경우에는 새로 개발되는 지역의 경우 빗물이용시스템을 설치할 것을 요구하고 있지만 이외의 주에서는 빗물이용에 대한 명확한 법규정은 없다.

Texas주의 경우 빗물이용시스템이 상수도에 의해 보충되지 않는 경우에는 실내나 실외 사용에 대한 특별한 규정을 두고 있지는 않다. 그러나 만약 빗물 이용시스템이 상수도 시스템과 연계되어 사용될 경우에는 교차연결(cross connection)을 피할 수 있도록 상수도 관망과 빗물 이용 시스템간에 완충간격을 두어야 하며 그 간격은 상수도 관경의 2배를 넘도록 규정하고 있다. 또한 주(州) 복지부에서는 빗물 저류조에 덮개를 두어 모기가 발생하지 않도록 할 것을 요구하고 있다. 또한 법규는 아니지만 텍사스 물 개발위원회(TWDB, Texas Water Development Board)에 의해 제작된 텍사스 빗물이용 가이드(Texas Guide to Rainwater Harvesting)라는 지침서를 제작하여 빗물의 수질, 빗물이용 비용, 수요예측과 집수방법, 시스템 설계 등에 대한 자세한 설명을 하고 있다.

한편 Ohio주의 경우도 빗물 이용에 제한된 법은 없으나 Department of Health Administrative Code에 의해 개인단위의 물 공급 체계(Private water system)에 대한 규정을

두어 빗물 이용 시설을 이에 적용하고 있다. 이 법규에는 Cistern(저류조)는 재질이 무해하고 간편하게 청소할 수 있어야 하며 용량에 적절한 제한을 둔다. 디자인은 압력을 최소화할 수 있어야 하며 맨홀이나 유입, 유출부 등의 기타 시설들에도 크기나 재질 등에 대한 규정을 두고 있다. 초기 빗물을 배제할 수 있는 시스템과 필터를 설치해야 한다는 규정 또한 포함하고 있다.

미국의 경우 California Water Conservation Tax Law가 1980년에 통과되어 빗물, 중수 또는 두 가지의 혼합된 형태의 사용에 대해 50%(최대 $3,000)에 이르는 정부보조금을 지원하게 되었고, 그후 몇 번의 개정을 거쳐 현재('99)에 이르고 있으며, 텍사스주 오스틴의 경우 빗물 집수시스템의 설치비용 중 30%(한도액 $500)을 보조해주고 있다.

4. 대만

대만은 지속적인 경제성장과 더불어 국민생활의 향상으로 각 분야에서의 물수요가 증가하고 있지만, 수자원 부족으로 미래의 물 수요에 대응하기 위한 대체 수자원 개발 및 이용이 이루어지고 있다. 빗물저류시설은 각종 새로운 수자원 개발 방법 중에서 환경에 대한 영향이 비교적 적고 임의 지역에 설치할 수 있으며 그 이용이 쉬워 대만에서는 빗물저류시설을 도모하기 위해 빗물저류시설추진계획을 마련하였다.

(1) 시설적용 신청대상자

- 농업용수 사용자 : 토지경작사용권을 구비할 것을 필요로 한다. 만약 시설건립부지가 신청인인 자작농의 소유가 아닐 경우 반드시 「地主同意裝設聲明書(토지주인의 시설건립허용서)」를 첨부하여야 한다.
- 민간용수 사용자 : 현재 학교를 중심으로 추진하고 있으며 신청학교는 교장을 신청인으로 신청을 제출하여야 한다.
- 공업용수 사용자 : 회사법에 의해 설립된 회사에서 설치부지에 공장등록증을 소유한 공장책임자가 신청을 한다.

(2) 보조금 지원내역

빗물저류시설의 시설 보조금 신청의 범위는 스테인레스강 혹은 철강콘크리트 혹은 벽돌형

저장탱크와 알루미늄합금형 저장탱크로 한다.

(3) 보조금 신청시 주의사항

- 본 집행요점은 새로 건립한 빗물저장시설에만 적용되며, 기존 시설에는 본 요점을 적용할 수 없다.
- 신청사안 한 건마다 하나의 물 저장 탱크가 신청됨을 원칙으로 한다. 보조 기준은 전체 용적을 기준으로 계산하며, 총 용적이 50㎥을 초과할 경우 증가비용은 자체 부담하여야 한다.
- 본 방법에 근거하여 보조금 신청인은 신청선정의 우선 원칙에 따라 선정되며, 보조지원 대상선정은 매년 보조금 예산이 전부 사용하기까지 처리된다.
- 기타 다른 기관에 시설보조금을 신청하였을 경우 본 방법은 더 이상 지원하지 않는다. 이미 본 방법에 의해 시설보조금을 수령하였을 경우 다른 기타 기관에 유사한 보조금신청을 하여서는 안된다.

(4) 신청시 구비서류

- 신청서류 : 신청할 때 반드시 다음과 같은 서류를 제출해야 한다.
  - 빗물저장시설보조금 신청서
  - 신청인 신분증(등록증) 정·반면 사본(공장 제출 신청인은 반드시 공장등록증 사본을 첨부 서류하여햐 함)
  - 빗물저장시설안전보장 및 보조금체결서
- 교부장소 : 시설신청소재지의 집행기관

(5) 신청사안의 심의

- 신청사안은 계획집행기관에서 심의를 책임진다.
- 서류교부시한 : 매년 10월 31일 전까지

(6) 신청사안의 심사원칙

신청사안의 심사원칙에 대한 해석은 다음과 같다.

계획집행기관에서 신청사안 중의 신청인 자격 및 첨부서류가 규정과 일치한지 여부를 책

임지고 심의함과 동시에 사안선정의 우선 원칙에 따라 인원을 파견하여 현장조사를 진행하며, 심의통과 사안에 대해서는 계획집행기관에서 서류를 만들며, 불합격자는 서류를 회부한다. 사안선정의 우선 원칙은 다음과 같다.

- 지층함락 혹은 수자원이 엄중히 결핍한 지역
- 멀리 떨어져 있거나 혹은 섬에서 동떨어진 지역의 신청인(농가, 학교, 공장 등)

신청사안의 합격여부에 대한 심사기준은 신청서 및 계획서 내용이 해당 지역상황과 일치한지 여부와 상기 사안선정 우선 원칙을 기준으로 한다.

(7) 업무진행절차

계획집행기관의 업무진행절차는 다음과 같다.

- 통고 및 홍보

각 계획집행기관은 각종 언론매체를 이용하여 홍보하고 사용자에게 공지하며, 신청을 접수한다.

- 신청접수

신청인은 신청서를 수령한 후 관련서류를 작성하여 시설건립 소재지의 계획집행기관에 보조금 신청을 제출한다.

- 현장조사

각 계획집행기관은 매년 11월 15일까지 신청서 및 관련서류를 정리하며, 사안 선정원칙에 따라 실행지역을 선정하여 신청인에게 통지함과 동시에 인원을 파견하여 현장조사를 진행한다.

- 자격심사, 조사결정 및 계약체결
  - 자격심사 및 현장조사를 통과한 신청사안에 대해서는 「빗물저류시설추진계획집행요점」의 보조금지원기준에 따라 보조금 항목을 조사 결정한다.
  - 계획집행기관은 조사결정내용 및 검수 기준에 관해 신청인과 협상하여 「빗물저장시설 안전보증 및 보조금액 체결서」를 체결함과 동시에 문서로 작성하여 보관한다.
- 시공 및 검수 신청보고

신청인은 체결서 및 조사결정내용에 따라 자체로 시공업자와 계약하여 시공하며, 시공종료 후 「빗물저류시설시공완료보고 및 검수증」 및 「빗물저류시설매매영수증 및 사진」을 작성하여 계획집행기관에 검수를 신청하여야 한다.

• 검수 및 보조금 지불

계획집행기관은 신청인이 제출한 「빗물저장시설시공완료보고 및 검수증」 및 「빗물저장시설매매영수증 및 사진」 등 관련 검수자료에 근거하여 검수를 진행하며, 시설항목 및 심사보조항목에서 불합격 혹은 부합되지 않는 자에 대해서는 기한 내에 개선하도록 권고하며, 검수 합격자에 대해 계약에 따라 보조금을 지불한다.

• 서류보관

각 계획집행기관은 사용한 각종 서류를 홍보로 활용함과 동시에 문서로 작성하고 경제부 수자원국에 교부하여 성과통계분석에 이용토록 보관한다.

제2절 국내

1. 수도법

『수도법 제 11조의 3 - 빗물이용시설의 설치』

① 종합운동장·실내체육관 등 지붕면적이 넓은 시설물 중 대통령령이 정하는 시설물을 신축(대통령령이 정하는 규모 이상으로 증축·개축 또는 재건축하는 경우를 포함)하고자 하는 자는 빗물이용시설을 설치·운영하여야 한다.

② 빗물이용시설의 시설기준 및 관리 그 밖의 필요한 사항은 환경부령으로 정한다.

③ 국가 및 지방자치단체는 빗물이용시설을 설치한 시설물의 소유자에 대하여 그 빗물이용시설의 설치비용을 지원할 수 있으며, 지방자치단체는 조례가 정하는 바에 따라 수도요금을 경감할 수 있다.

2. 수도법 시행령

『수도법시행령 제 15조의 3 - 빗물이용시설의 설치대상』

① 법 제 11조의 3 제 1항에서 “대통령령이 정하는 시설물”이라 함은 체육시설의 설치·이용에 관한 법률시행령 별표 1에 의한 운동장 또는 체육관으로서 지붕면적이 2,400㎡ 이상이고, 관람석 수가 1,400석 이상인 시설물을 말한다.

② 법 제 11조의 3 제 1항에서 “대통령령이 정하는 규모”라 함은 지붕면적이 2,400㎡이고,

관람석수가 1,400석인 경우를 말한다.

3. 수도법 시행규칙

『수도법시행규칙 제 4조의 3 - 빗물이용시설의 시설기준』

① 법 제 11조의 3 제 2항의 규정에 의한 빗물이용시설은 다음 각 호의 시설을 갖추어야 한다.

1. 지붕에 떨어지는 빗물을 모을 수 있는 집수시설
2. 비가 내리기 시작한 후 처음 내린 빗물을 배제할 수 있는 시설이거나 빗물에 섞여 있는 이물질을 제거할 수 있는 여과장치 등 처리시설
3. 처리시설에서 처리된 빗물을 일정기간 저장할 수 있는 빗물 저류조로서 다음 각목의 요건을 갖춘 것
   가. 제곱미터 단위로 표시한 지붕면적에 0.05m를 곱한 규모 이상의 용량
   나. 물의 증발이나 이물질이 섞이지 아니하도록 되어 있어야 하며 햇빛을 차단할 수 있는 구조
   다. 내부청소에 적합한 구조
4. 처리한 빗물을 화장실 등 빗물을 사용하는 곳으로 운반할 수 있는 펌프·송수관·배수관 등 송·배수시설

② 제 2조 제 2항의 규정은 제 1항 각 호의 시설에 준용한다.

③ 빗물이용시설을 다음 각 호의 기준에 따라 관리하여야 한다.

1. 음용 등 다른 용도에 사용되지 아니하도록 배관의 색을 다르게 하고 표시를 분명히 하여야 한다.
2. 제 1항 각 호의 시설은 연 2회 이상 주기적으로 점검하고 이물질 제거 등 청소를 하여야 한다.

④ 빗물이용시설의 관리자는 관리대장을 만들어 빗물사용량, 누수 및 정상가동 점검, 청소 일시 등을 기재하여야 한다.

제 6 장 결론 및 정책건의 사항

현재는 빗물이용을 의무화하기 위한 법적 기준이 대규모 체육시설에만 한정되어 있어, 실제적인 빗물이용에는 유효하지 않다. 또한 빗물에 직접 관련된 법적 수질 기준 및 기술적·행정적인 관리체계가 마련되지 않아 빗물이용의 장려를 위한 제도적, 기술적, 행적적 방안이 마련되어야 한다.

제1절 빗물이용 장려를 위한 제도적 방안

서울시의 빗물이용을 위한 조례제정을 통해 인센티브 부여 및 빗물이용시설 의무화 조항을 확대하고, 빗물이용시설 확대를 위해 빗물이용 시설을 설치할 경우 세제 특례 등을 통해 경제적 지원의 확대가 필요하다.

1. 용적률 인센티브 및 경제적 지원

빗물이용 장려를 위해 빗물저류조 및 탱크 설치에 따른 공사비 및 빗물 이용에 따른 보상의 개념으로 건축의 신축·재건축, 재개발시 용적률에 대한 인센티브를 부여하여야 할 것이다.

민간부분은 시 및 자치구 건축심의 대상 건축물에 대하여 심의시 빗물저류조를 설치하도록 심의 조건 부여하여 이를 반영한 것만을 건축허가 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·식물원제외)
판매·영업시설, 종합병원, 관광숙박시설

건축심의대상이 아닌 소규모 건축물은 건축허가시 빗물 저류조를 설치하도록 권장하되,

설치공사비 보조 및 수도요금 감면 등 인센티브를 부여함으로써 자발적으로 설치하도록 유도한다.

- 대상 : 연면적 5천㎡ 이하인 소규모 건축물(단독주택 포함)
- 빗물저류조 및 탱크 및 공사비 보조비지급

– 철근콘크리트 저류조(10㎥ 이상) : 500만원 정도

– FRP, 스테인레스, 고밀도폴리에틸렌 제 등 중규모저류조(1㎥ ~ 10㎥) : 200만원 정도

– FRP제 등 소규모저류조(1㎥ 미만) : 20만원 정도

- 수도요금 감면 : 저류조를 설치하였을 경우 사용량의 50% 정도

(수도조례에 공익상 필요한 경우 감면할 수 있는 규정이 있어 자치단체장 방침으로 시행)

장기적인 대책 마련으로 관계법령을 개정하여 건축물의 설비기준 등에 빗물 저류조 설치 대상 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 자연재해대책법 시행규칙(행자부령) 기금의 사용범위를 개정하여 “재해재난대책기금” 사용하여 연면적 5천㎡ 미만인 소형 민간건축물에 대하여 저류조 및 탱크의 비용 및 설치 공사비를 일부 지원한다.

2. 빗물이용시설의 설치대상의 시설기준 조정

현재 수도법 시행령 제 15조의 3 ‘빗물이용시설의 설치대상이– 대통령령이 정하는 체육시설물로 지붕면적이 2,400㎡, 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 활용방안을 고려하여 좌석수에 대한 제한을 두지 않도록 한다.

또한, 신축하는 공공시설은 물론 재건축재개발 및 New Town 건설 대상에도 조경용수 등의 빗물이용 시설을 반드시 설치하는 것을 권장하는 조례도입이 필요하다.

3. 빗물이용에 따른 요금 감면

빗물이용은 빗물의 유출억제를 통해 홍수방재가 가능하며, 저류된 빗물을 조경용수, 청소용수 및 화장실용수 등으로 사용하여 상수도 사용량의 절감의 효과도 보이고 있다. 따라서, 빗물을 집수하여 정원용수, 청소용수 및 화장실용수 등으로 사용하는 빗물이용시설에 대해서는 사용하는 양만큼 하수도 요금과 상수도 요금을 50%정도 감면하는 혜택을 줄 필요가 있다.

빗물의 처리는 공공부담을 원칙으로 통상 빗물을 하수로 흘려보내더라도 요금은 징수되지 않는다. 그러나, 빗물을 화장실 용수로 사용하게 될 경우 오수로 취급하여 하수도요금을 징수하게 된다. 통상 하수도 요금은 상수도 사용량으로부터 계산하므로 빗물이용 시설을 설치한 경우에 대해서는 상수를 사용한 만큼의 요금감면을 해주는 것이다. 예를 들면, 우리나라에서 처음으로 주상복합건물에 빗물저류시설이 도입되어 시공되고 있는 광진구 스타시티는 홍수방재 및 조경용수, 화장실용수로 활용할 계획을 세우고 있다. 이때, 저류된 빗물을 상수 대신 사용할 경우 절감되는 상수도 사용량에 대한 혜택으로 요금을 감면해주는 것이다.

따라서, 서울시에서도 빗물이용의 확대와 상수 사용량의 절감 및 하수처리장의 효율적인 유지관리를 위해 빗물을 이용하는 시설에 대하여 상수요금 및 하수도요금의 감면을 고려할 필요가 있다.

제2절 빗물이용 장려를 위한 기술적 방안

1. 빗물저류조의 보급화

빗물이용을 현실적으로 적용하기 위해서는 우리나라 실정에 맞는 빗물저류조의 개발 및 보급화가 필요하다. 또한, 경제적 측면에서도 규격화되고 상품화된 빗물저류시설의 개발이 필요하다. 일본에서는 규격화된 빗물 저류탱크가 다양하게 상품화되어 있다<사진 6-1>, <사진 6-2>.

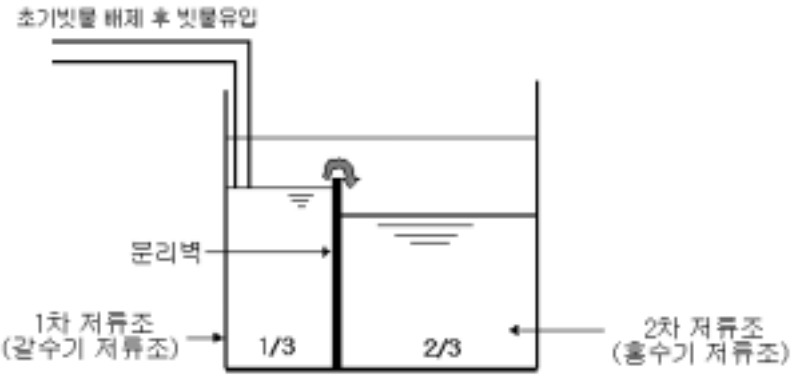
<사진 6-1> 일본의 상품화된 빗물저류조-1

<사진 6-2> 일본의 상품화된 빗물저류조-2

2. 빗물저류 기술

(1) 빗물저류조 형태

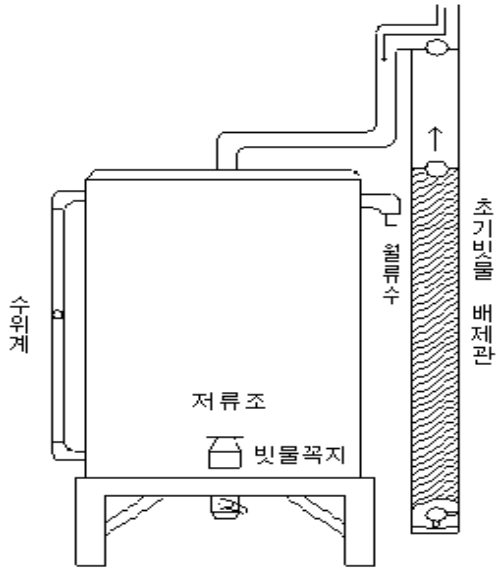
<표 3-1>에서 전술한 것처럼 6~9월에 70% 이상의 강우가 집중되는 서울시의 경우 <그림 6-1>과 같이 빗물저류조를 분할하여 갈수·홍수기 빗물을 저류함으로써 수질저하를 방지하는 효과가 있을 것으로 판단된다. 즉, 저류조를 갈수기와 홍수기로 분할하여 저류조 용량의 1/3은 평상시 정원용수, 청소용수 등으로 이용하고, 홍수시는 2차저류조에 빗물을 저류시켜 방재적 측면의 홍수 예방에 활용하고 저류된 빗물은 청천시에 가까운 하천 또는 하수관거로 바로 배제시킨다. 물론 2/3유량의 저류된 빗물도 잡용수용도가 있는 경우에는 잡용수로 활용을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



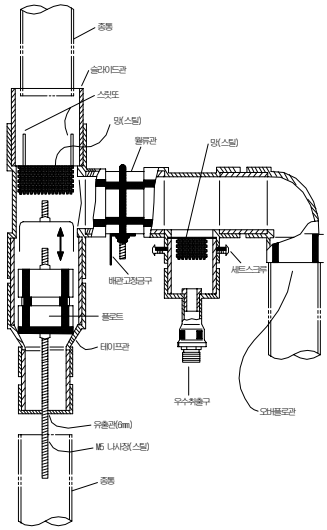
<그림 6-1> 한국형 분할식 빗물저류 시스템

(2) 초기빗물 배제

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 초기빗물배제관, micro strainer, 망(스틸), 필터 등의 장치 설치가 필요하다<그림 6-2>, <그림 6-3>.



<그림 6-2> 간단한 초기빗물 배제시스템 저류조



<그림 6-3> 여과장치가 첨부된 초기빗물 배제관 구조도

3. 수돗물 직결급수 및 불용 정화조의 활용

(1) 직결급수

연차적으로 서울시에 수돗물 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 수돗물 직결급수 추진과 동시에 불용화된 옥상탱크 및 지하저수조의 홍수피해저감 및 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 보조하여 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 부숴버릴 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.

4. 다양한 빗물의 활용방안

환경친화적인 공간조성을 위한 아파트내의 인공시냇물 조성, 옥상녹화<사진 6-3>, 벽면 녹화 등을 통한 적극적인 빗물의 활용방안 모색하는 한편, 지하철 건설 등으로 지하수위가 점차 낮아지고, 갈수기 관수체계가 미흡하여 가로수·가로녹지 수목의 생육여건이 점차 열악해지고 있는 실정으로 가로변 수목의 수분공급 등 생육여건 개선을 위해 가로수·가로녹지 수목에 빗물을 활용할 수 있도록 한다. 그러나 빗물 저류조를 설치하여 빗물을 활용할 경우 자동차 타이어가루 및 배출가스 등의 오염물질 유입, 겨울철 염화칼슘 살포에 따른 피해물질의 유입으로 인한 수목피해 방지대책이 함께 검토되어야 할 것이다.

따라서, 2mm 정도의 오염된 도로노면 초기빗물은 필히 침사지 및 침전지 등에서 제거시킨 후 가로수 살수용수로 활용해야 할 것이다.

<사진 6-3> 옥상녹화 - 벧엘 몬테소리 유치원 옥상정원

제3절 빗물이용 장려를 위한 행정적 방안

1. 빗물이용 의식계몽

빗물이용을 활성화하기 위해서는 시민들이 거부감 없이 빗물을 활용할 수 있도록 하는 것

이 중요하다. 이를 위해서는 시민단체와 언론매체들을 통해 빗물이용의 필요성을 대중화시키는 것이 필요할 뿐만 아니라, 공공 기관 및 시설 등에 우선 시행을 통해 빗물이용을 홍보하고 이와 더불어 시민 의식 개선을 위한 교육마련이 필요하다.

2. 홍보 및 교육사업

빗물이용 홍보를 위한 시범사업을 위한 적극적인 지원 및 교육청과의 협력을 통해 초·중·고등학교 교육기관을 이용한 빗물이용 시설의 설치가 필요하다. 경기도 교육청의 경우 빗물이용 시설을 위해 1개 학교당 1,500만원을 지원하고 있다. 이 경우, 빗물저류조를 지상에 설치하는 것이 유지관리측면에서 보다 효과적이다.

또한, 빗물 자료관, 박물관 설치 등을 통한 빗물이용에 대한 홍보와 시민들의 의식함양이 필요하다.

3. 담당부서 신설

지속적인 빗물이용시설의 관리와 제도의 효과적인 활용을 위해 담당 부서의 마련이 필요하다. 수질관리와 시설의 향후 유지관리 감시는 물론 빗물이용시설의 여러 제반 사항과 빗물이용 시설을 적극 홍보할 수 있는 담당부서의 신설이 필요하다. 즉, 빗물이용과장(기술직)과 토목팀장, 건축팀장, 기계 또는 전기직 설비팀장의 조직이 구성되어 공공시설은 물론 민간시설 보급 및 유지관리 측면에서 지도, 점검, 계몽 및 홍보 등의 유기적인 관리체계가 필요하다.

제4절 빗물저류시설 제안

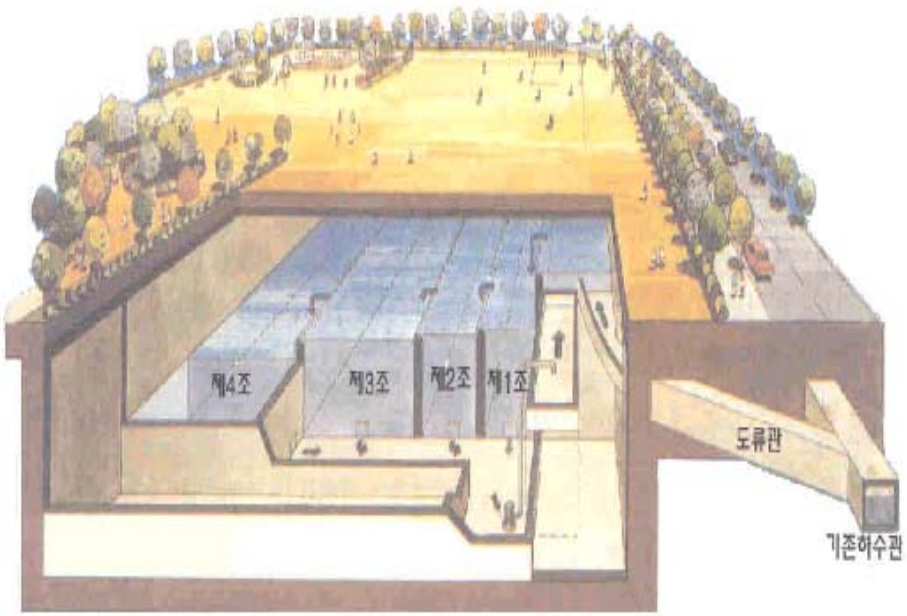
서울시는 2001년 집중호우로 인한 침수로 엄청난 인명과 재산상의 피해를 입었다. 하수관 용량을 늘리는 것만으로는 침수피해 예방에 한계가 있다. 따라서, 현재 서울시 모든 지역에 중장기적인 홍수피해 방지를 위한 공원, 운동장 등을 활용한 저류 및 침투시설의 설치가 필요하며, 우선적으로 현재 복원 공사중인 청계천과 재개발지역인 관악구 난곡지구에 빗물저류·침투시설 설치 필요성과 저류조 용량을 제시하고자 한다.

1. 청계천

2005년 9월 완공목표로 청계천 복원공사가 한창 진행되고 있다. 청계천복원에 따른 시민의 친수공간 조성도 중요하지만 인명 및 재산의 피해를 막기 위해서는 홍수예방이 무엇보다 중요한 시점이다.

따라서, 2001년 7월 홍수에 대비하기 위해서는 약 36만㎥이 필요한 것으로 청계천 복원타당성 조사 및 기본계획(환경정비부분 2003. 6)에서는 밝히고 있다.

청계천변 개발시에는 각 건축물에 필히 빗물저류시설을 설치하여 홍수피해저감, 열섬화방지 및 정원용수 등의 빗물이용이 필요하다. 한편, 각 건축물에 설치되는 저류조로서는 용량이 적어 홍수예방에는 한계가 있기 때문에 <그림 6-4>와 같은 시설이 동대문운동장 및 미공병단부지 126,420㎡에 지하 1층 높이 3m 깊이의 약 38만㎥의 저류시설 설치가 필히 조성되어야 200년 빈도 이상에 대비한 홍수피해를 예방할 수 있을 것으로 판단된다.



<그림 6-4> 일본 오사카 공원내 빗물 저류지 단면도

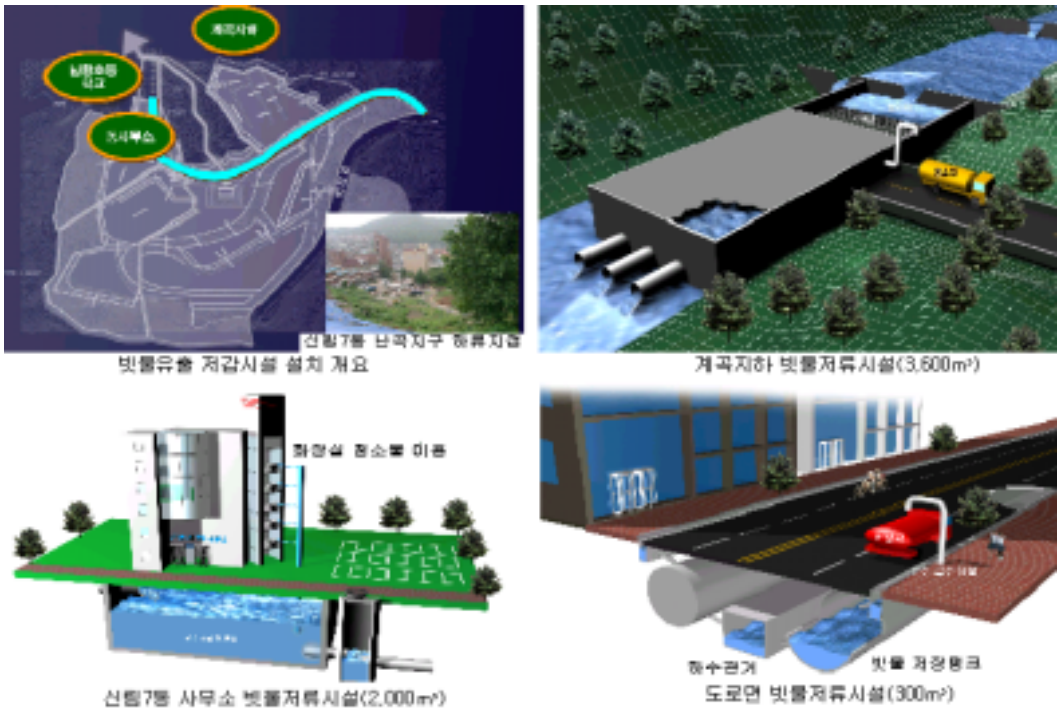
2. 관악구 난곡지구

관악구 신림 7동에 위치하고 있는 난곡지구는 약 13,000명이 거주하고 있는 지역으로, 표고차 90m, 경사도 15 °~40 °의 급경사 구릉지로 형성되어 있어 집중 강우시 빗물과 토사의 유출로 해마다 많은 피해를 겪어왔다. 2001년의 경우, 1,400여채의 주택이 침수하여 약 92,000천만원의 피해를 입었다. 이에 관악구는 난곡지구 침수피해를 방지하기 위해 현재 45,300㎥ 저류용량의 임시우수 유출저감시설을 설치하여 홍수피해를 예방하고 있다.

그러나, 재개발 아파트 건설전의 임시 저류시설은 아파트 건설공사 진행에 따라 저류기능을 할 수 없으므로 국지성 집중호우가 다시 발생할 경우, 2001년과 같은 엄청난 인명과 재산상의 피해에 대처하기가 힘든 상황이다.

따라서, 아파트건설 공사 진행 중에도 저지대 주택가 침수예방을 위해 신림 7동 주변계곡에 3,600㎥, 신림7동 사무소 지하에 2,000㎥, 신설도로상에 30㎥ 용량 10개소 총 300㎥, 그리고 난향초등학교 운동장 내에 300㎥ 용량으로 총 6,200㎥ 용량의 빗물유출 저감시설을 설치할 계획을 수립하였으나, 예산 등의 문제로 현재 추진되고 있지 못하는 실정이다.

단순히 하수관 용량을 확장하는 것은 실질적으로 어려운 일이므로 항구적인 빗물유출 저감을 위한 중장기적인 도시 침수피해 예방을 위해서는 <그림 6-5>에 나타난 저류시설의 설치가 시급히 요구되고 있다. 한편, 저류된 빗물은 조경용수 등으로 활용할 수 있을 것이다.



<그림 6-5> 난곡지구 빗물유출 저감시설

참고문헌

1. 김갑수, 김영란 “우수유출저감시설 기준연구”, 서울시정개발연구원, 1999.

2. 全國建設研修センター,「排水再利用·雨水利用システム設計基準·同解說」, 1991

3. 雨水貯留浸透技術協會, 「雨水利用システム實態調査·レビュー」, pp. 195～202, Vol.12, 1994.

4. グループ·レインドロップス(Group Raindrops), “やってみよう雨水利用”, 北斗出版, 1995.

5. 忌部正博, “雨水浸透施設技術指針(案)作成における問題點と課題”, 雨水貯留浸透技術協會, Vol.10, 1993.

6. 東京都區部中小河川流域綜合治水對策協議會, 「東京都雨水貯留·浸透施設技術指針(案)」, 雨水貯留浸透技術協會, Vol.13, 1994.

7. 市川龍など, “雨水利用”, 北山出版, 1995.

8. 村賴誠·佐藤淸, “雨水利用の現狀と課題”, 空氣調和·衛生工學, Vol.57, No.1, 1985.

9. 藤田昌一, “海外の雨水浸透”, 雨水貯留浸透技術協會, Vol.10, pp. 49～60, 1993.

10. 墨田區企劃經營室, “墨田區雨水利用推進協會報告書”, 1995.

11. 關西雨水利用を進める市民の會, “雨水利用のすすめ”, 2001.

12. 福岡縣, “雨水利用マニュアル”, 1998.

13. 환경부, “빗물이용시설 보급확대를 위한 정책방안 연구”, 2003.

14. 김갑수, 김영란, “중수도·빗물 처리기술 및 적용”, 환경관리연구소, 2002

15. 社團法人 空氣調和·衛生工學會 “雨水利用 システム 設計と實務 ”, 1997

16. UNEP Division of Technology, Industry and Economics-International Environmental Technology Center, "RAINWATER HARVESTING AND UTILISATION(An Environmentally Sound Approach for Sustainable Urban Water Management, An Introductory Guide for Decision-makers)", 2001

17. The 3rd World Water Forum Rainwater Utilization Executive Committee, "Rainwater : The Key to the Gloval Water crisis", 2003

18. 한무영, "지속가능한 도시의 물관리를 위한 빗물모으기와 빗물이용", 대한토목학회, 제51권 제 2호/통권 274호, 2003

19. 全國建設研修センター,「排水再利用·雨水利用システム設計基準·同解說」, 1997

20. 남궁근외 3, "빗물을 이용한 친환경적 관악구 구상", 제3회 빗물모으기 국제워크샵, 2003

21. 전근배, "빗물이용교육 확산을 기대하면서", 제3회 빗물모으기 국제워크샵, 2003

22. 김분란, "서울시 광진구의 빗물이용 도입사례", 제3회 빗물모으기 국제워크샵, 2003

23. 대한상하수도학회 빗물이용연구회, 제 1회 빗물모으기운동 국제워크샵, 2002

24. 김갑수외 6, 우수유출률 저감대책, 서울시정개발연구원, 1995

25. 서울특별시, "청계천복원 타당성 조사 및 기본계획(환경정비부분)", 2003. 6

26. 서울특별시, "중랑천 비점오염원 관리대책연구 및 생태지도 제작", 2002.4

27. 서울특별시, 2001 수해백서, 2002.6

28. 한국건설기술연구원, 건설환경연구부, 내부자료

【부록1】

일본에서의 주요 빗물이용시설 일람표(2000년 말 현재)

(1)

번호	건물명칭	집수장소	집수면적	저류장소	저류량 (m^3)	활동용도	주소
1	舞州아리나(アリ-ナ)	지붕		지하RC저류조	100	잡용수・냉각수	오사카부 오사카시
2	오사카시립중앙체육관	지붕		지하RC저류조	2000	잡용수	오사카부 오사카시
3	아미티舞州	지붕		지하RC저류조		잡용수・살수	오사카부 오사카시
4	환경사업국舞州공장	지붕		지하RC저류조	2000	화장실	오사카부 오사카시此花区
5	(가칭)크래프트파크	지붕		지하RC저류조	170	화장실・살수・냉각수	오사카부 오사카시平野区
6	오사카국제회의장	지붕		지하RC저류조			오사카부 오사카시
7	北池田중학교	지붕	750	지하RC저류조	29.8	살수	오사카부 和泉이부키野
8	茨木시役所남관	지붕	1600	지하RC저류조	140	화장실·살수·냉각수	오사카부 茨木시驛前3가
9	茨木시소방서下穗積分서	지붕	100	지하RC저류조	60	방화수조	오사카부 茨木시下穗積1가
10	狹山池댐資科관	지붕		지하RC저류조			오사카부 오사카狹山시
11	交野시립종합체육시설	지붕	1200	지하RC저류조	100	살수	오사카부 交野시向井田
12	門真제2 중학교	지붕	1700	지하RC저류조	40	화장실・세정수	오사카부 門真시沖읍
13	門真스포츠센터	지붕	5000	지하RC저류조	5700		오사카부 門真시
14	門真보건복지센터	지붕	1305	지하RC저류조	300	살수・수세화장실	오사카부 門真시御堂읍
15	河内長野木戶주택	지붕		지하RC저류조	4		오사카부 河内長野시
16	土生중학교	지붕	3647	지하RC저류조	300	화장실	오사카부 岸和田시
17	堺시청西지소	지붕・지하용수		지하RC저류조	60	화장실・살수・냉각수	오사카부 堺시鳳東읍
18	岸部공민관	지붕		정화조	8	살수	오사카스부 이타시岸部북4
19	南山田공민관	지붕		정화조	9	살수	오사카부 스이타시南山田시장
20	原町아동센타	지붕		정화조	7	살수	오사카부 스이타시原읍
21	江坂공원	지붕	3700	지하RC저류조	105	살수	오사카부 스이타시江坂읍
22	市営주택(津雲台)	지붕	170	지하RC저류조	12	살수	오사카부 스이타시津雲台
23	千里古江台주택	지붕		지하RC저류조			오사카부 스이타시
24	특별노인복지시설	지붕		지하RC저류조	180	잡용수	오사카부 스이타시
25	目俵체육관	지붕	2900	지하RC저류조	198	살수・수세화장실	오사카부 스이타시目俵읍
26	山田ふれあい문화센터	지붕		지하RC저류조		살수	오사카부 스이타시山田
27	市営주택(天道)	지붕	150	지하RC저류조	13	살수	오사카부 스이타시天道읍
28	山田地区공민관	지붕		지하RC저류조		살수	오사카부 스이타시
29	豊中공원야구장				65	살수・잡용수・방화용수	오사카부 豊中시根南읍
30	大黒주택				10	살수・잡용수	오사카부 豊中시大黒읍
31	생활정보센터				75	잡용수・냉각수	오사카부 豊中시北桜塚
32	刀根山在宅介護지원센터				60	살수・잡용수	오사카부 豊中시蛍池南읍
33	東豊中노인휴식건물				10	살수	오사카부 豊中시東豊中읍

번호	건물명칭	집수장소	집수면적	저류장소	저류량 (m^3)	활동용도	주소
34	豊中시南소방서	지붕	500	지하RC저류조	100	잡용수・냉각수	오사카부 豊中시庄内辛읍
35	穂積특별양호노인홈			지하RC저류조	80	잡용수	오사카부 豊中시穂積
36	服部노인 주간서비스			지하RC저류조	10	잡용수・살수	오사카부 豊中시服部本읍
37	豊島온수수영장			지하RC저류조	60	화장실	오사카부 豊中시服部西읍
38	大池초등학교			지하RC저류조	100	화장실・살수・냉각수	오사카부 豊中시本읍
39	高川노인 주간서비스			지하RC저류조	10		오사카부 豊中시豊南읍東
40	桃의木台초등학교	지붕	1200	지하RC저류조	150	살수	오사카부 阪南시稲의木台
41	스카이아리나	지붕	2900	지하RC저류조	80	화장실・살수・냉각수	오사카부 箕面시新稲2가
42	라이프플라자	지붕	3600	지하RC저류조	410	방화수조	오사카부 箕面시萱野5가
43	火葬場斎場 西南地区도서관	지붕	2000	지하RC저류조	110		오사카부 箕面시羊읍4가
44	NTT新請求書発行센터	지붕	4200	지하RC저류조	15	화장실세정수	효고현 고베시
45	魚崎중학교	지붕	330	지하RC저류조	77	화장실	효고현 고베시東灘区
46	本山제2 초등학교	지붕	500	지하RC저류조	60	화장실	효고현 고베시東灘区西岡本
47	本山중학교	지붕	500	지하RC저류조	63	화장실・살수	효고현 고베시東灘区岡本
48	本庄초등학교	지붕		지하RC저류조	40	화장실・살수	효고현 고베시東灘区
49	本庄중학교	지붕		지하RC저류조	40	화장실	효고현 고베시東灘区
50	烏帽子중학교	지붕	500	지하RC저류조	60	화장실	효고현 고베시灘区
51	慶匠중학교	지붕	414	지하RC저류조	30	화장실	효고현 고베시灘区
52	灘초등학교	지붕	227	지하RC저류조	6	화장실	효고현 고베시灘区
53	중앙区東部統合중학교	지붕		지하RC저류조	40	화장실	효고현 고베시中央区
54	東部新都心중학교	지붕		지하RC저류조	40	화장실	효고현 고베시中央区
55	浜山중학교	지붕		지하RC저류조	80	화장실	효고현 고베시兵庫区
56	(仮称)北제34 중학교	지붕		지하RC저류조	32	화장실	효고현 고베시北区
57	丸山중학교	지붕	207	지하RC저류조	83	화장실	효고현 고베시長田区
58	宮川중학교	지붕	680	지하RC저류조	120	화장실	효고현 고베시長田区
59	飛松중학교	지붕	467	지하RC저류조	120	화장실	효고현 고베시須磨区
60	若宮중학교	지붕		지하RC저류조	2	화장실	효고현 고베시須磨区
61	多聞東초등학교	지붕	486	지하RC저류조	120	화장실	효고현 고베시垂水区学が丘
62	小野炳지역복지센터	지붕	86	지하RC저류조	1.5	화장실	효고현 고베시中央区旭通2가
63	水上소방서	지붕	1072	지하RC저류조	120	화장실	효고현 고베시中央区港島
64	淡河지역복지센터	지붕	320	지하RC저류조	9	화장실	효고현 고베시北区反川읍
65	코오베(神戸)시 간호학교	지붕		FRP製受水曹	20	살수	효고현 고베시西区

번호	건물명칭	집수장소	집수면적	저류장소	저류량(m^3)	활동용도	주소
66	本庄遮集幹線	도로지하	828700	지하 실드내	3100	소방용수	효고현 東灘区深江南읍
67	住吉공원우수저류시설	공원지하	31000	지하RC저류조	800	살수・소방용수	효고현 東灘区住吉宮읍
68	우에노시마(上の島北)공원	지붕		지하RC저류조	20	살수・방화용수	효고현 尼崎시南塚口읍
69	立花초등학교					잠자리못 급수	효고현 尼崎시栗山읍
70	七松초등학교	지붕		FRP製受水槽	0.2	살수	효고현 尼崎시南七松읍
71	木庄초등학교	지붕		FRP製受水槽	0.2	살수	효고현 尼崎시大庄中通
72	成文초등학교	지붕		FRP製受水槽	0.2	살수	효고현 尼崎시大島
73	潮초등학교	지붕		FRP製受水槽	0.2	살수	효고현 尼崎시潮江
74	園田北초등학교	지붕		FRP製受水槽	0.2	살수	효고현 尼崎시猪名寺
75	若葉초등학교	지붕		FRP製受水槽	0.2		효고현 尼崎시道意읍
76	成徳초등학교	지붕		FRP製受水槽	0.2	못의 급수	효고현 尼崎시違川읍
77	梅香초등학교	지붕		FRP製受水槽	0.2		효고현 尼崎시東難波읍
78	武庫초등학교	지붕		지하RC저류조	0.2		효고현 尼崎시武庫元읍
79	市営潮江주택	지붕		지하RC저류조	100	植栽로의 살수	효고현 尼崎시潮江
80	시립 尼崎고교	지붕		지하RC저류조	60	운동장・植栽살수	효고현 尼崎시上의 島읍
81	荒井초등학교	지붕	6000	지하RC저류조	100	살수・비상시중수이용	효고현 高砂시荒井읍東本읍
82	교토府庁西別館	지붕		지하RC저류조		화장실・살수・세차	교토부 교토시上京区
83	宇治시청	옥상	3000	지하RC저류조	1770	화장실・살수	교토부 宇治시宇治
84	西山공원체육관	지붕	4214	지하RC저류조	400	화장실・살수	교토부 長岡京시長法寺谷山
85	向日市체육관	지붕		지하RC저류조		화장실	교토부 向日시
86	비와코홀	지붕	4700	지하RC저류조	420	화장실・살수	시가현 大津시打手浜
87	(仮称)아이스아리나(アイスアリ-ナ)	지붕	4700	지하RC저류조	200	화장실	시가현 大津시瀬田大江
88	UNEP국제환경기술센터	지붕・庭	2000	지하RC저류조	420	화장실・살수	시가현 草津시下物읍
89	琵琶湖박물관	지붕・庭	10000	지하RC저류조	400	화장실・살수	시가현 草津시下物읍
90	水口庁舎	지붕	1200	지하RC저류조	100	잡용수・살수	시가현 甲賀郡水口읍
91	長浜초등학교	지붕	2000	지하RC저류조	100	화장실・살수	시가현 長浜시
92	橿原市곤충관	지붕		지하RC저류조		화장실・온실내살수	나라현 橿原시南山읍
93	和歌山빅포엘(ビックホエ-ル)	지붕	800	지하RC저류조	700	화장실・냉각・방화	와카야마현 와카야마시手平
94	和歌山県立 의과대학	지붕	3800	지하RC저류조	200	살수	와카야마현 와카야마시紀三井寺
95	三栖 초등학교	지붕	1300	지하RC저류조	71	화장실	와카야마현 田辺시三栖
96	和歌山県動物愛護센터	지붕	355	지하RC저류조	100	화장실・살수 동물사육청소	와카야마현 海草郡野上읍国木原

번호	건물명칭	집수면적 (m^2)	저류량(m^3)	용도	주소
97	Thamal house part 2	95	1	세정	東京都 大田区
98	환경공생 건축지구촌의 집	30	1	세정	北九州市
99	世田谷区深沢環境共生往宅	200	30	세정	東京都世田谷区
100	로비시티 相模大野	지붕 805	지하 20	수경	神奈川県 相模原市
101	豊四季第二団地	지붕 1,000	지하 76	세정, 살수,세차, 수경	千葉県 柏市
102	浦和 마리나이스트 2 1	지붕 2,880	지하 120	수경	埼玉県 浦和市
103	시리하이츠 히노아사히가오카	지붕 1,820	지하 40	세정, 냉각	東京都 白野市
104	그란시티 오오즈가오카	지붕 1,520	지하 40	수경	千葉県 沼南町
105	小岩 Urban Plaza	1,850	250	세정, 냉각	東京都 江戸川区
106	多摩센터백화점빌딩	8,100	320	세정	東京都 多摩市
107	日本ＩＢＭ회관빌딩	지붕,녹지 2,327	57	세정	東京都 港区
108	太陽生命東池袋빌딩	지붕 1,500	92	세정	東京都 港区
109	福岡하자마빌딩	지붕 1,134	200	세정, 살수, 세차, 소화	東京都 港区
110	테텐스사무소	160	30	세정	東京都 大田区
111	上智紀尾井坂빌딩	870	70	세정, 냉각	東京都 千代田区
112	大林組技術研究所本館	지붕 1,140	지하 28	세정, 냉각	東京都 清瀬市
113	ＹＫＫ-Ｒ＆Ｄ센터	옥상,정원	280	세정, 냉각	東京都 墨田区
114	Ｋ建設빌딩	지붕연못 900	지하 1,700	세정, 살수, 청소	沖縄県
115	大正海上本社빌딩	지붕 8,007	지하 4,000	세정, 살수	東京都 千代田区
116	소닉시티	지붕 7,053	지하 1,500	세정, 청소	埼玉県 大宮市
117	角座빌딩	지붕 1,300	지하 50	세정	大阪市
118	오쿠南麻布빌딩	지붕 1,250	지하 373	세정, 살수지	東京都 港区
119	River side隅田	지붕 460	지하 80	세정, 살수	東京都 墨田区
120	日産自動車센터	지붕 63,000	지하 280	세정, 살수	神奈川県 厚木市
121	品川 ＯＮ빌딩	지붕 1,300	지하 150	세정	東京都 品川区
122	関電工本社빌딩	지붕 3,270	지하	세정	東京都 港区
123	東京歯科大学市川종합병원	지붕	지하 120	세정	東京都 品川区
124	東京計器本社빌딩	지붕 4,400	지하 260	세정	東京都 大田区
125	ＫＩ빌딩	지붕 5,080	지하 500	세정	東京都 港区
126	北とぴあ	4,200	340	세정, 냉각, 수경	東京都 北区
127	ＣＳＫ情報教育센터	지붕	지하 380	세정	東京都 多摩市
128	墨田区청사	5,035	1,000	세정	東京都 墨田区
129	港区청사	지붕 4,000	600	세정	東京都 港区
130	東京都福祉局研修청사	2,300	580	세정	東京都 文京区
131	新宿区若松町특별출장소	700	50	세정, 냉각	東京都 新宿区
132	江東区西部토목사무소	지붕, 차고 523	50	세정, 냉각	東京都 江東区
133	都水道局千歳영업소	지붕 600	지하 82	세정, 냉각, 살수,세차	東京都 墨田区
134	都水道局三筋町영업소	지붕 735	지하 82	세정, 냉각, 살수,소화	東京都 台東区
135	都水道局和泉청사	910	40	세정	東京都 杉並区
136	横浜市南部배수관리소	지붕 1,120	지하 100	세정	横浜市 磯子区
137	八王子市청사	-	-	세정	東京都 八王子市
138	江東区 카메아리 도서관	지붕 897	123	-	東京都 江東区
139	墨田区 미도리(緑) 도서관	512	40	세정, 냉각	東京都 墨田区
140	上智大学중앙도서관	2,344	250	세정, 냉각	東京都 千代田区

번호	건물명칭	집수면적(m^2)	저류량(m^3)	용도	주소
141	江東區城東老人福祉센터	지붕 400	16.5	세정, 살수	東京都 江東區
142	사쿠라바시 Community 센터	273	18	세정, 냉각	東京都 墨田區
143	梅若橋Community 센터	932	100	세정	東京都 墨田區
144	中野區리사이클 플라자	350	80	세정, 냉각	東京都 中野區
145	수미다복지보건센터	700	70	세정, 냉각	東京都 墨田區
146	수미다Volunteer 센터	430	40	세정, 살수	東京都 墨田區
147	辛風苑特別養護老人홈(home)	880	100	세정, 냉각	川崎市
148	戶塚聖母の園老人홈(home)	3,200	500	세정, 냉각	橫浜市 戶塚區
149	外手아동관	지붕 200	30	세정, 냉각	東京都 墨田區
150	꽃나무아동관	230	30	세정	東京都 墨田區
151	曳舟문화센터	600	110	세정, 냉각	東京都 疊田區
152	江東區문화센터	지붕 5,600	지하 400	세정, 냉각, 살수, 세차	東京都 江東區
153	스미다중소기업센터	1,800	770	세정	東京都 江東區
154	江東區교육센터	지붕 1,800	1,000	세정, 냉각	東京都 江東區
155	上智大學 Ⅱ호관	720	60	세정	東京都 千代田區
156	聖德學園 (단기대학)	지붕,지면 30,000	지하 2,200	세정, 살수	千葉縣松戶市
157	多摩New Town지구 양호학교	지붕 2,100	85		東京都 江東區
158	東京都立小川고등학교	니붕 5,600	180	세정, 살수	東京都 町田市
159	東京都立田柄고등학교	지붕 4,000	350	세정	東京都 練馬區
160	東京都立東村山西고등학교	지붕 4,158	225	세정, 살수	東京都 東村山市
161	東京都立東大和南고등학교	지붕연못 5,784	325	세정	東京都 東村山市
162	杉戶農業고등학교	지붕 1,200	60	살수, 소화	埼玉縣 北葛餅湘
163	江東區立東陽중학교	지붕 1,842	255	-	東京都 江東區
164	江東區第二南砂町중학교	풀장 2,218	480	-	東京都 江東區
165	墨田區立花중학교	지붕 2,845	400	세정	東京都 墨田區
166	江東區立枝川초등학교	지붕 1,500	280	-	東京都 江東區
167	墨田區立綠초등학교	1,138	100	세정	東京都 墨田區
168	目黑區宮前・초등학교	지붕,지면 2,360	120	세정	東京都 目黑區
169	下田시민문화관	3,700	550	세정	靜岡縣下田市
170	杉竝區立勤勞복지회관	지붕 1,157	278	세정	東京都 杉並區
171	江戶川區 Sport land	지붕 4,750	250	세정, 살수, 세차	東京都 江戶川市
172	文京區東京敎育大跡地체육관	지붕 1,850	130	세정	東京都 文京區
173	兩國국기관	8,400	1,000	세정, 냉각	東京都 墨田區
174	澁谷구민종합체육관	3,700	800	살수	東京都 澁谷區
175	아키타 Sky Dome	지붕	300	세정, 살수	秋田縣 河辺郡
176	福岡 Dome	지붕 32,000	2,900	세정, 살수	福岡市
177	出雲 Dome	지붕 15,540	-	세정, 살수, 수경	島根縣 出雲市
178	東京 Dome	지붕 16,000	지하1,000	방화, 세정	東京都 文京區
179	墨田區건강학원	지붕 1,750	200	세정, 살수	千葉縣 當津市
180	늘봄공원	3,300	314	세정	橫浜市
181	생태공중목욕탕	95	9	세정, 살수, 천수	東京都 墨田區
182	沖繩縣중랑도매시장	지붕 1,500	지하 90	세정, 냉각	川崎市
183	중앙도매시장・다마(多摩)	지붕 555	지하 285	세정, 살수	沖繩縣
184	O B P Castle Tower	지붕 10,970	300	세정, 소화	沖繩縣
185	橫浜女性 Forum	지붕연못	지하 872	세정, 살수	秋田縣 河辺郡
186	東京 Dome	지붕 1,105	지하 21	세정, 소화	東京都 江戶川區
187	NTV 이쿠타(生田) Studio	지붕 1,500	지하 190	세정, 냉각	川崎市

【부록2】

일본내 자치체별 빗물이용 조성금

자치체	구분	규모	내용
東京都 臺東區 (다이토구)	빗물저류조	0.5㎥ 미만	상한 3만 5천엔 (2대까지) 본체가격(區지정품)의 1/2(설치공사비・소비세는 포함하지 않음)
		0.5㎥ 이상	저류용량 1㎥당 5만엔(30만엔까지)
東京都 墨田區 (스미다구)	빗물저류조	0.5㎥ 미만	상한 2만 5천엔 본체가격 × 1/2(설치공사비・소비세는 포함하지 않음)
		0.5㎥ 이상	섬유강화 플라스틱(FRP) 제 및 스테인레스제 : 상한 30만엔 1㎥당 4만5천엔 × 탱크용량
		5㎥ 이상	상한 100만엔 1㎥당 4만엔 × 탱크용량
東京都 板橋區 (이타바시구)	빗물저류조	0.5㎥ 미만	상한 2만 5천엔 본체가격에 1/2 (설치공사비는 포함하지 않음), 빗물침투받이 설치가 조건
東京都 葛飾區 (카시카구)	빗물저류조	0.065~0.5㎥	상한 설치비보조금2만 5천엔
東京都 三鷹市 (미타카시)	빗물저류조	1㎥ 미만	상한 3만엔 본체가격의 1/2
東京都 調布市 (쵸후시)	빗물저류조	0.1~0.5㎥	상한 2만5천엔 본체가격의 1/2
東京都 多摩市 (다마시)	빗물저류조		알선 가격의 1/2 예산 범위내
川越市 (카와고에시)	빗물저류조	0.2㎥ 이상	상한 3만 8천엔 1기 1만9천엔(2기까지)
川口市 (카와구치시)	빗물저류조		상한 5만엔, 공사에 필요한 비용의 1/2
	불용정화조운용		상한 5만엔, 공사에 필요한 비용의 1/2
所澤市 (토코로자와시)	빗물저류조	시지정품	상한 2만엔(1세대 2기까지), 본체가격의 1/2
狹山市 (사야마시)	빗물저류조	0.1㎥ 이상	상한 3만엔, 공사에 필요한 비용의 1/2
越谷市 (코시가야시)	빗물저류조	시지정품	상한 2만엔(1세대 2기까지), 본체가격의 1/2
	불용정화조운용		상한 3만5천엔(공사1건에 대하여)
志木市 (시키시)	빗물저류조		상한 6만6천엔 공사에 필요한 비용의 2/3
	불용정화조운용	일반주택용	상한 8만엔 공사에 필요한 비용의 2/3
		대규모용	상한 별도협의 공사에 필요한 비용의 2/3

桶川市 (오케가와시)	빗물저류조		일률 3만5천엔/기
	불용정화조운용		일률 3만5천엔/기
吉川市 (요시카와시)	빗물저류조		상한 3만5천엔, 공사에 필요한 비용의 1/2
	불용정화조운용		상한 3만5천엔, 공사에 필요한 비용의 1/2
宮代市 (미야시로시)	빗물저류조		상한 7만엔, 공사에 필요한 비용의 1/2
	불용정화조운용		상한 3만5천엔, 공사에 필요한 비용의 1/2
入間市 (이루마시)	빗물저류조	0.1㎥ 이상	상한 2만엔, 탱크 구입 및 설치비용의 1/3
千葉市 (치바시)	빗물저류조	0.1~0.2㎥	1만8천엔/기
		0.2㎥ 이상	2만5천엔/기
	불용정화조운용		7만5천엔/기
鎌倉市 (카마쿠라시)	빗물저류조	0.1~0.2㎥	본체가격 5만엔의 1/2 또는 설치비용의 1/2의 낮은 쪽
		0.2㎥ 이상	본체가격 6만엔의 1/2 또는 설치비용의 1/2의 낮은 쪽
	불용정화조운용		4만엔/1건(공사비 4만엔 미만은 공사비도 행함)
厚木市 (아쯔기시)	빗물저류조		상한 2만엔, 본체가격의 1/2
大和市 (야마토시)	빗물저류조		상한 3만엔(1동에 2기까지) 탱크(시지정품)가격의 1/2(설치공사비・운송비・소비세 등은 포함하지 않음)
南足利市 (남아시카가시)	불용정화조운용		일률 4만엔/1건
相模原市 (사가미하라시)	빗물저류조	0.5㎥ 미만	상한 3만엔 본체가격의 1/2
長野市 (나가노시)	빗물저류조	0.1~0.5㎥	상한 2만5천엔(1동에 2기까지), 본체가격 또는 자작재료구입비의 1/2
		0.5㎥ 이상	상한 5만엔(1동에 2기까지), 본체가격 또는 자작재료구입비의 1/2
新潟市 (니이가타시)	빗물저류조		상한, 1기분의 금액 단독으로 시판되는 탱크를 설치한 경우 : 1만엔 침투받이도 동시에 시판하는 탱크를 설치한 경우 : 2만엔 단독으로 개인 제작 탱크를 설치한 경우 : 1천엔 침투받이와 동시에 개인 제작 탱크를 설치한 경우 : 2천엔
上越市 (조에츠시)	빗물저류조	0.5㎥ 미만	상한 1만5천엔, 구입 및 설치에 필요한 경비의 30%
	불용정화조운용		상한 1만5천엔, 공사에 필요한 비용의 30%
三島市 (미시마시)	빗물저류조		공사에 필요한 비용의 1/2 또는 5만엔 중 큰 금액
	불용정화조운용		공사에 필요한 비용의 1/2 또는 8만엔의 큰 금액
蒲郡市 (가마고오리시)	빗물저류조	0.1㎥ 이상	상한 1만4천엔(1세대에 1기까지)
	불용정화조운용		상한 7만엔 예산의 범위내에서는 보조공사비 총액의 2/3

豊田市 (도요다시)	빗물저류조	3㎥ 미만	상한 7만5천엔, 공사에 필요한 비용의 1/2
		3~10㎥	상한 10만엔, 공사에 필요한 비용의 1/2
		10㎥ 이상	상한 15만엔, 공사에 필요한 비용의 1/2
	불용정화조운용		공사에 필요한 비용의 2/3
豊川市 (도요카와시)	불용정화조운용		상한 7만5천엔, 공사에 필요한 비용의 1/2
大和郡山市 (야마토고오리산시)	빗물저류조	0.2㎥ 이상	상한 5만엔(1세대 2기까지) 탱크가격(시지정품)의 1/2 (설치공사비, 운송료는 포함하지만, 소비세는 포함하지 않음)
倉敷市 (쿠라시키시)	빗물저류조	0.5㎥ 미만	상한 10만엔, 본체가격의 2/3(설치공사비는 포함하지 않음)
		7㎥ 미만	상한 10만엔, 공사비의 2/3
		25㎥ 이상	조성액 별도협의
	불용정화조운용		상한 10만엔, 합병정화조 10인조까지, 단독정화조 7인조까지
高松市 (다카마츠시)	빗물저류조	0.1~1㎥	상한 10만엔, 구입가격의 1/2
		1㎥ 이상	상한 100만엔, 25㎥까지 1㎥당 4만엔
		25㎥ 이상	상한 250만엔, 25㎥을 초과하는 부분의 1㎥당 2만엔
松山市 (마츠야마시)	빗물저류조	0.1~1㎥	상한 15만엔, 구입가격 또는 제작비의 2/3
		1~5㎥	상한 20만엔, 설치공사비(제작비 또는 구입가격을 포함)의 2/3
		5㎥ 이상	상한 300만엔, 유효저류용량 1㎥당 5만엔
	불용정화조운용		상한 20만엔/1건, 공사에 필요한 비용의 2/3
筑紫野市	빗물저류조		절수형정화장치, 상한 16만엔, 본체가격의 1/2(공사비는 포함하지 않음)
			간이저류탱크, 상한 3만4천엔, 구입가격의 1/2(공사비는 포함하지 않음)
			간이 목욕 펌프, 상한 3천엔(시내거주자로 시내에서 구입)
			절수형 세탁기, 상한 5천엔(시내거주자로 시내에서 구입)
鹿兒島市 (카고시마시)	빗물저류조	0.065㎥ 이상	상한 3만8천엔, 설치에 필요한 비용의 2/3(설치비・소비세 포함)
沖縄市 (오키나와시)	빗물저류조	대소 불문	상한 4만엔

【부록3】

도쿄도 스미다구 빗물이용 민간시설 보급 촉진제도

민간시설에 보급

스미다쿠의 빗물이용이 목표로 하고 있는 「자체 수원의 확보」「지역물순환의 재생」「방재용수의 확보」라고 말한 목적을 달성하기 위해서는, 공공 시설뿐만 아니라, 민간의 시설에 있어서도 빗물이용이 적극적으로 도입될 필요가 있다.

민간에게 빗물이용을 확대해 가기 위해서는, 민간에 대한 폭넓은 시책전개가 필요하다. 보급추진 시책으로서는, 조성, 상담지도, 정보제공 등에 의한 계발 등이 생각된다.

1. 민간에서의 보급때의 문제점 (경제효과)

현재, 민간에게 빗물이용을 선진적으로 도입하고 있는 점을 보면, 대규모로 건물이 대부분, 개인주택 등의 소규모인 건물에의 도입은 그다지 예가 없다. 그러나, 금후, 신규의 댐 건설 cost(비용)이 점점 상승되는 것은 피할 수 없는 것, 기설의 댐이 퇴사에 유효저수량이 매년 감소해 가는 것을 고려하면, 빗물이용은 장래의 도시에 있어서 수원확보의 유효한 수단의 하나이고, 개인주택 등에도 빗물이용을 적극적으로 추진할 필요가 있다.

그러나 개인주택 등에는, 빗물이용 시설설치 때의 비용에 대하여 과연 수도요금의 절약으로 인해 회수할 수 있는 것인가 라고 한 의문이 적지 않다. 아무리 빗물이용의 의의에 찬동할 수 있어도, 빗물이용을 도입하는 것이 커다란 경제적 부담으로 되기 때문에 좀처럼 보급이 쉽지 않다고 본다. 여기에서 하나의 목표를 정하기 위해서 FRP제 저류조에 대해 개인주택의 빗물이용의 비용 계산을 해본다.

탱크용량	5㎥, 2㎥
이용목적	화장실용수, 세차, 식목살수 등
연간 빗물사용량(5인가족)	72ℓ×5인×365일≒131,400ℓ (화장실 48ℓ, 세차・살수12ℓ, 청소 기타12ℓ)
연간수도요금 절약금액	214엔×131.4㎥=28,251엔
빗물 탱크 등 설치경비 (배관공사비는 제외)	5㎥ : 1,353,800엔 , 2㎥ : 864,360엔 (FRP 저수조 비용계산 표 참조)
단순한 채산년수	5㎥ : 약 48년 , 2㎥ : 약 31년

우선, 이상과 같은 계산이 성립되지만, 그러나 실제로는, 예를 들면 2㎥의 탱크의 경우, 하루 1인 72ℓ사용한다면, 일본에서 평균 4일마다 비가 내린다고 하더라도, 만약 그 이상 비가 내리지 않는다면, 약 5.6일에 비게 되어 부족분은 수돗물로 보충하지 않으면 안된다. 또한, 이 계산에서는 배관비용도 유지관리 비용도 포함되어 있지 않고, 더욱이 최대한에 빗물을 이용하는 것을 생각하고 있다. 그러므로, 실제로 채산이 맞아 이루어지기 위해서는 더욱 긴 세월이 걸리는 것이 된다.

이 예로부터도 알 수 있듯이 소규모인 개인주택 등에서 빗물이용을 도입하는 것은, 설치비용의 면으로부터 보면 어려운 점이 있다. 그러나, 빗물이용시설을 도시의 필요한 수원의 근간으로서 자리매김하게 되면, 조성제도를 도입하여, 비용부담의 경감에 연결된 경제적인 메리트를 높이는 것이 가능하다. 또한, 현재 하수도 요금이 징수되고 있지만, 이것도 빗물이용이 도시형 홍수방지 등의 유출억제에 기여하는 점을 평가하여 감면조치가 강구되어지면, 경제적 메리트는 한층 높아지게 된다.

다시 말하자면, 대규모인 건물에서 지금까지는 빗물이용을 도입한 건물을 본다면 기업의 지역 사회에의 공헌이라고 말하는 관점으로부터 빗물이용의 의의를 인정한 다음, 비용계산(채산성의 확보)을 하여, 도입을 도모한다. 그에 관련해서, 구내에 있는 철판 인쇄본소 GC 빌딩에서는, 7년 정도에 채산이 있는 것으로 파악되어 도입하였다.

《참고》 빗물이용설비의 설치비용

여기에서는, 빗물이용설비의 설치비용에 관하여, FRP제 저류조를 설치할 경우와 건물의 地中梁을 이용한 저류조를 설치할 경우의 경비의 계산을 행하였다. 다시 말해서, 그 계산에 있어서, 배관공사비는 개별의 플랜에 의하여 차이가 크기 때문에, 비용으로 계산하지 않았다.

(1) FRP제 저류조

FRP제 저류조의 설치는, 일반주택과 소규모사무소, 점포 등에 있어서, 다음 2가지의 Type이 고려되고 있다.

① 옥상설치형

이것에 관해서는, 펌프가 불필요하기 때문에, 수조와 시공비에 의해 비용을 구했다.

표의 ①의 부분이 총비용이다.

②지상설치형

이것에 관해서는, 급수를 위하여 동력이 필요하기 때문에, ①에 펌프비를 더하여 비용을 구했다. 표의 ②의 부분이 총비용이다.

<FRP제 저류조 설치비용> (단위:円)

저수량	0.5㎥	1.0㎥	1.5㎥	2.0㎥	3.0㎥	4.0㎥	5.0㎥
A. 저수조 FRP(단판)	259,000	291,300	350,100	404,100	504,300	619,300	744,100
B. 기초공사 (RC)	일률 125,000						
A+B	384,000	416,300	475,100	529,100	629,300	744,300	869,100
①×1.4 (제경비율)	537,600	582,820	665,140	740,740	881,020	1,042,020	1,216,740
C. 펌프비	40A×0.4kW 88,300				50A×0.4kW 97,900		
A+B+C계	472,300	504,600	563,400	617,400	727,200	842,200	967,000
②×1.4 (제경비율)	661,220	706,440	788,760	864,360	1,018,080	1,179,080	1,353,800
참고관공사	40A (직경) 6,670円/m				50A 8,590円/m		

(2) 地中梁방식 저류조

어느 정도 큰 규모의 건물에 대해서는, 기초 地中梁을 이용한 방법이 고려되고 있다. 그 비용 산정에서는 내압반, 방수공사를 경비에 포함시켰다.

<地中梁방식 저류조 설치비용>

저수량 (평면적)	근절(根切)	잔토처분	콘크리트	철근	방수	합 계 합계×1.4(제경비율) 단가/㎥
	단가 670円/㎥	11,090円/㎥	11,700円/㎥	171,200円/t	3,700円/㎡	
10㎥ (10㎡)	17㎥	17㎥	2.5㎥	238.3kg	43.8㎡	432,112円
	11,390円	188,530円	29,250円	40,882円	162,060円	604,956円 60,495円
20㎥ (20㎡)	34㎥	34㎥	5㎥	477.6kg	50.6㎡	727,325円
	22,780円	377,060円	58,500円	81,765円	187,220円	1,018,255円 50,912円
30㎥ (30㎡)	51㎥	51㎥	7.5㎥	716.4kg	67.4㎡	1,059,537円
	34,170円	565,590円	87,750円	122,647円	249,380円	1,483,351円 49,445円
40㎥ (40㎡)	68㎥	68㎥	10㎥	955.2kg	84.2㎡	1,391,750円
	45,560円	754,120円	117,000円	163,530円	311,540円	1,948,450円 48,711円
50㎥ (50㎡)	85㎥	85㎥	12.5㎥	1,194kg	101㎡	1,723,962円
	56,950円	942,650円	146,250円	204,412円	373,700円	2,413,546円 48,270円

100㎥ (66㎡)	165㎥	165㎥	16.5㎥	1,576kg	151㎡	2,961,961円
	11,390円	188,530円	29,250円	40,882円	162,060円	4,146,745円
200㎥ (133㎡)	332.5㎥	332.5㎥	33.25㎥	3,176kg	303㎡	5,964,056円
	222,775円	3,687,425円	389,025円	543,731円	1,121,100円	8,349,678円
300㎥ (200㎡)	500㎥	500㎥	50㎥	4,776kg	455㎡	8,966,151円
	335,000円	5,545,000円	585,000円	817,651円	1,683,500円	12,552,611円
400㎥ (266㎡)	665㎥	665㎥	66.5㎥	6,352kg	606㎡	11,928,112円
	445,550円	7,374,850円	778,050円	1,087,462円	2,242,200円	16,699,356円
500㎥ (333㎡)	832.5㎥	832.5㎥	83.25㎥	7,952kg	843㎡	15,244,707円
	557,775円	9,232,425円	974,025円	1,361,382円	3,119,100円	21,342,589円
600㎥ (400㎡)	1,000㎥	1,000㎥	100㎥	9,552kg	955㎡	18,246,802円
	670,000円	11,090,000円	1,170,000円	1,635,302円	3,681,500円	25,545,522円

2. 조성제도

(1) 조성의 목적

경제적 부담의 경감을 도모함에 의해, 민간에의 빗물이용의 도입을 촉진시키며 나아가 빗물의 「자원」과 「환경」의 면에서의 중요한 역할에 관하여 의식계발을 도모한다.

(2) 조성대상

구체적으로는, 앞에서의 《참고》 빗물이용시설의 설치비용의 점에서 검토한 2가지의 Type ① FRP제 저류조, ② 地中梁방식 저류조가 있다.

FRP제 저류조에 관해서는, 일반개인주택, 소규모인 사무소와 점포에 있어서의 도입이 고려되고 있다. 地中梁방식 저류조는, 어느정도의 규모가 있는 사무소와 점포 등의 도입이 중심이 되지만, 개인주택으로도 地中梁에 의한 저류조의 도입이 충분히 고려되고 있다. 이러한 것에 관해서는, 어느 정도의 규모가 있기 때문에, 이수효과, 치수효과의 양방을 기대하는 것이 가능하다.

이러한 시설에 관해서는, 배관 등의 관계도 있고 기존의 건물에의 도입은 그다지 현실적이 아니라, 기본적으로는 조성대상에 신축 또는 개축 등의 건축물이 된다.

이수효과와 치수효과는 기대할 수 없지만, 빗물통과 설치를 위한 작은 스페이스가 있으면

비교적 간단하게 장착된 소규모인 가정용의 빗물 탱크가 개발되었다. 예를 들면, 천수존(스미다쿠내 거주의 도쿠나가 노부오씨 개발의 폴리에틸렌제 드럼통 타입의 가정용 빗물탱크, 저류용량 200ℓ, 架臺付, 표준 타입 45,000円)과 레인오아시스 (동양화학(주), 폴리에틸렌제, 100ℓ, 架臺なし, 38,000円)로 되어 있는 것이다.

이것들에 대해서는, 설치가 비교적 간단한 것, 이것들을 활용하는 것에 의해, 빗물이용에 관하여 의식계발을 도모한 것이 가능한 것, 또한 이러한 것이 마을에 보급되는 것에 의해, 비와 공생하는 마을 조성의 상징으로서의, 도입을 촉진하기 위하여, 일정의 조성제도를 도입하는 것이 중요하다. FRP제 저류조와 地中梁방식저류조가, 그 이수·치수효과 적인 측면에서 유효하기 때문에, 이러한 빗물이용의 계발의 의미는 상당히 중요하다. 또한 이들 상당수, 구내에 보급이 되면, 녹화의 수원 등 일정의 환경용수로써의 이수효과에 덧붙여, 지역의 소규모에 분산형의 방재수원의 확보도 기대할 수 있는 것이다.

한편, 이러한 소규모 탱크는 빗물통에 접속시킬 수 있는 간단한 장치이기 때문에, 기존의 건물에도 간단하게 설치할 수 있어서, 기존 신축, 개축에 관계없이 모든 건물에 대한 설치를 조성제도의 대상으로 하는 것이 적당하다.

(3) 빗물이용촉진 조성제도의 모델

여기에서, 민간에게 빗물이용을 보급시키기 위해 조성제도의 모델을 나타낸다.

① 사업목적

구내에 내리는 빗물을 저류·이용하는 구민 및 사업자에 대해서, 빗물저류시설의 설치에 중요한 경비의 일부를 조성하여, 도시형 홍수의 방지와 하천의 수질오염의 경감을 도모함과 함께, 빗물을 도시에서의 자체 수원으로써 잡용수와 방재용수 등으로 활용한 것에 의해, 빗물의 은혜를 활용한 윤택한 리사이클형 도시를 만드는 것을 촉진한다.

② 사업목표

강수시에 대하여 최대 약 10㎜상당의 강우량을 저류함과 함께, 년간을 통하여 상시 구민 한 사람당 최저 약 11ℓ의 공급량을 확보하기 위하여, 구내의 총건축물의 약 10분의 3에 해당되는 건축물로 총량 약 21만㎥의 빗물저류시설을 설치한다. (1994년 3월 스미다구 종합적 빗물이용조사 보고서에 근거한다.)

③ 조성대상

구내에 빗물저류시설을 설치하는 개인 및 법인

④ 사업량

16,000동에 설치 조성 (구내의 총건축물의 약 50,000동의 약 10분의 3)

⑤ 사업기간

구내의 건축물의 총동수 약 50,000동÷1년간의 신축·개축 동수 약 800동 철근콘크리트조의 내용년수 60년

(4) 추진체제

빗물이용에 대하여 관계 부서가 각각 사업을 추진하고 있으며, 그 상황은 다음과 같다.

① 기획담당

·빗물이용 도쿄(東京)국제회의 개최

·빗물이용 도쿄(東京)국제회의 실행 위원회의 지원

·빗물이용 추진협의회 설치 운영

·빗물이용의 PR(「한 방울의 빗물을 오아시스로-스미다구(墨田區) 빗물이용-」 작성)

※ 기획담당은 구의 정책 및 제도의 조사연구에 관한 것을 소장하고, 구체적인 사업의 실시는 각 부서로 일임하고 있다. 이 사업에서도 빗물이용이라는 새로운 사업의 조사연구로서 기획담당이 관여하였으나 구체적인 사업의 실시단계에서는 각 부서가 사업을 실시하고 있다.

② 홍보담당

· 빗물이용의 PR 비디오 「빗물은 버리는 것이 아니에요」 의 작성

③ 리사이클 추진과

· 빗물이용의 보급을 위한 PR(「비는 땅의 희망」 「속편·한방울의 비를 오아시스로-빗물이용 메뉴얼-」 작성)

④ 보건소

· 빗물의 수질검사 및 수질의 상담·지도

· 빌딩관리법에 관한 빗물이용의 상담·지도
· 빗물이용의 PR (「한방울의 비를 오아시스로- 빗물이용의 추천」 작성)

⑤ 시설계획과
· 시설건설시 빗물이용의 설계

⑥ 지역정비과
·노지존의 설치 (방재마을 만들기)

⑦ 쿄시마(京島)마을 만들기 담당
·京島지구에 노지존 설치

⑧ 도로과
·보도의 투수성포장 추진
·차도의 투수성포장 시행

⑨ 지도실
·초·중학교에 천수존의 도입

⑩ 각 시설
·각 빗물이용시설의 유지관리
·각 시설의 시찰대응 등

전술한 시책에 관해서는 1995년부터 실시또는 검토되고 있는 사항이며 각 소관과에서는 신속하게 대처할 필요가 있다.

그때 특히 유의할 점은 향후 구청에서 종합적으로 빗물이용을 추진하는데 있어서는 빗물이용을 전체적으로 총괄할 조직이 필요할 것이다. 종합적인 시책을 추진하기 위하여 현재는 기획담당이 그 역할을 담당하지만 이후의 사업실시 담당은 어떤 부서라도 그 역할을 담당할 필요가 있다. 특히, 전체조정 등을 행하기 위하여 빗물이용추진연락회를 설립하여 관계부서의 참가하에 진행관리요청 및 통제, 더욱이 사업의 기획·입안 등을 추진하여야 할 것이다.

【부록4】

빗물이용 자치체의 빗물이용 및 침투에 관한 실태조사

1. 기초적 데이터

(1) 조사기간

2002년 7월 ~ 12월

(2) 조사회답 자치체 총수 : 141

- 빗물이용 자치체 담당자 연락회 가맹 자치체수 : 113
- 빗물이용 자치체 담당자 연락회 비가맹 자치체수 : 34

(가맹자치체 회답수 : 107, 비가맹 자치체 회답수 : 34)

2. 빗물이용의 지침

빗물이용을 사회 시스템으로써 구축해 가는 지침·요강 및 조례 등에 의해 행정지도와 빗물이용 시설에 관한 조성, 융자 및 하수도 요금의 감면조치 등에 의한 유도가 필요하다. 빗물이용의 추진(빗물의 지하 침투도 포함함)에 있어 근거가 되는 지침, 요강을 갖고 있는 자치체는 55개(전체 빗물이용 자치체 담당자 연락회 회원, 약 50%)였다.

3. PR 리플릿의 유무

빗물이용 계발을 위해 리플릿 등 PR용의 계발툴을 갖는 자치체가 41개가 있다. 또한 빗물이용의 홈페이지를 개설한 자치체가 1건, 빗물이용의 매뉴얼을 갖고 있는 자치체가 2건 있다.

4. 빗물이용 조성제도의 유무

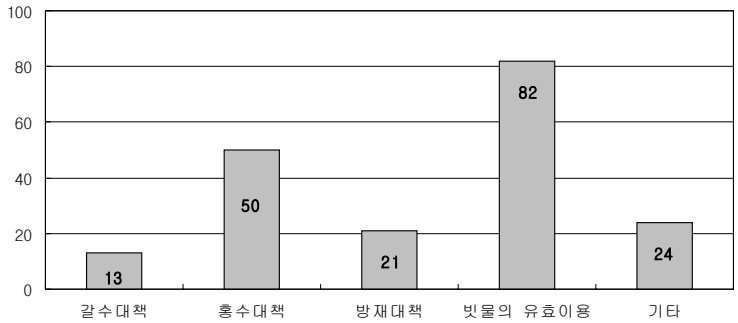
빗물의 저류, 침투 및 이용에 관하여 어떠한 조성을 하고 있다고, 답변했던 자치체는 50개에 달한다. 이 중에 빗물이용에 관한 지침·요강도 갖고 있는 자치체는 42개였다. 또한 빗물

이용 탱크의 설치에 조성을 하는 자치체가 36개, 불용정화조의 빗물탱크의 전용만으로 조성하고 있는 자치체가 7개, 빗물탱크 및 불용정화조의 빗물탱크로의 전용의 양방에 조성하는 자치체가 16개였다. 빗물의 지하 침투에 대해 조성하는 자치체도 21개, 그 중 14개 자치체가 빗물탱크의 설치와 빗물지하침투의 양방에 대해 조성을 하고 있다.

조성 자치체 총계	44
빗물저류조에 조성을 행한 자치체	35
빗물저류조+불용정화조 전용에 조성을 행한 자치체	15
빗물저류조+지하침투에 조성을 행한 자치체	14
불용정화조 전용만으로 조성을 행한 자치체	2
지하침투만으로 조성을 행한 자치체	7

5. 빗물이용의 목적

자치체별로 빗물이용의 목적으로는, 빗물의 유효이용, 갈수, 홍수 및 방재 등이 있다. 금회의 결과는 이하와 같다(중복 회답 있음).



<빗물이용의 목적>

6. 갈수대책

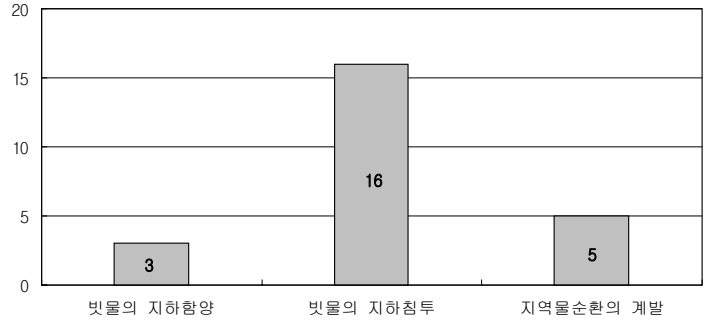
빗물이용의 목적으로써, 갈수대책을 시행한 자치체는 13개였다. 이들을 지역별로 보면, 모두 여름철에 갈수 피해가 일어나기 쉬운 칸토우(關東), 중부, 시코쿠(四國) 및 규슈(九州)지구였다. 이들 자치체 중 7개 자치체가 빗물이용의 조성제도를 가지고 있다.

7. 방재대책

빗물이용의 목적으로써 방재인 자치체가 21개였다. 저류된 빗물은 초기 소방용수 및 수도 단수시 음용수로 이용할 수 있다. 스미다구와 같이 방재 마을을 조성하여 지역레벨에 몰두하고 있는 자치체도 있다.

8. 홍수대책

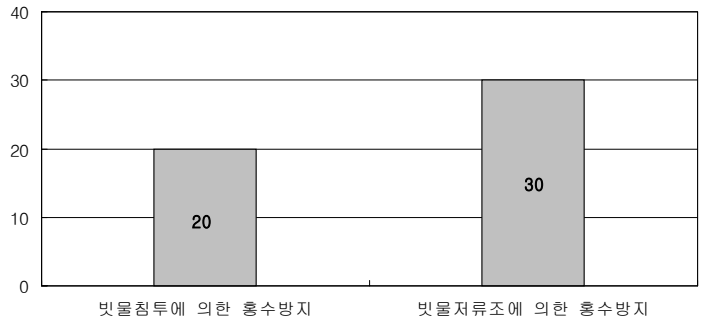
빗물이용의 목적으로써 홍수대책인 자치체는 50개였다. 오키나와(沖繩)를 제외한 일본 각지에 걸쳐 있다. 빗물의 저류와 지하침투는, 모두 빗물의 유출을 억제하는 역할이다. 빗물을 저류조에 모아서 홍수를 막는다고 회답을 준 자치체가 20개이다. 또한 치수대책으로써 빗물의 저류 및 지하침투의 추진을 한 9개 자치체도 있다.



9. 빗물의 유효이용

빗물이용의 목적으로 가장 많았던 것은 빗물의 유효이용이었다(82개 자치체). 그 내용으로는 대부분이 초목의 살수, 화장실 등의 잡용수로의 유효이용과 절수 등을 들었다.

환경계발을 들었던 자치체도 있다(7개 자치체). 확실히 소규모인 빗물탱크의 경우, 절수와 홍수 대책이라기 보다도 빗물을 이용하는 것에 의해, 빗물의 소중함을 계발하는 의의가 크다고 생각된다. 2002년도에 교토시(京都)에서는 이와 같은 환경계발의 관점으로부터 전 초·중학교에 모델적인 소형 빗물탱크(500ℓ)를 설치하는 것으로 결정하였다.



<홍수대책 내역 50건>

10. 기타

이 밖에, 빗물이용의 목적으로는 지역 물순환 재생의 관점으로부터 빗물의 지하침투를 추진하고 있다고 대답했던 자치체가 16개, 또한 빗물의 지하수함양을 목적으로 하고 있다고 대답했던 자치체도 3개가 된다. 빗물의 지하침투는 지하수를 함양하여, 용수를 부활시키는 등 지역 물순환의 재생에 효과가 있다. 이번 조사에서 지역 물순환의 환경학습의 관점에서 빗물의 지하침투에 주력한다고 대답한 자치체도 5개이다.

11. 빗물이용 시민단체

빗물이용 시민단체가 있다고 대답한 자치체가 10개였다. 그 중에는 자치체와 연휴하여 빗물이용의 추진에 몰두하고 있는 단체가 적지 않다. 이 중 시민단체의 활동을 조성하고 있는 자치체가 1개 있다. 시민단체 중에는, 시민의 빗물이용의 상담을 접수하고 있는 것, 빗물이용의 정보수집과 조사연구를 행하는 것, 빗물탱크를 제작·설치하는 것 등, 시민의 입장으로부터 다양한 활동을 전개하고 있다.

지 역	단 체
宮城縣 仙臺市 (미야기현 센다이시)	「仙臺 River's Network 梅田川」 천수통(天水桶)의 제작・ 설치사업 Tel : 070-5621-6881
山形縣 山形市 (야마가타현 야마가타시)	「山形지역지하수 이용대책협의회 」
東京都 墨田區 (토쿄토 스미다구)	「빗물이용을 추진하는 전국시민회」 (우) 130-0032 東向島 1-8-1 Tel : 03-3611-0573, Fax : 03-3611-0574
神奈川縣 大和市 (카나가와현 야마토시)	「야마토 Eco-sign 會議」 Tel・Fax : 046-269-5646 E-mail : JZS01374@nifty.ne.jp 빗물이용의 조사연구, 빗물 탱크의 제작・판매
靜岡縣 三島市 (시즈오카현 미시마시)	「三島 유수회(優水)會」 Tel : 055-981-5033 Fax : 055-981-5033 www.yusui.org
京都府 (교토부)	「京都・빗물이용 권장협회」 上田正幸方 京都市山科區御陵封ヅ山町3-52 http://www.kankyoshimin.org/amamizu/
大阪府 大阪市 (오사카부 오사카시)	「關西빗물 이용 추진 시민모임」 주식회사 Dream Tech. 내 Tel : 06-6962-1181 Fax : 06-6964-2520
香川縣 高松市 (카가와현 타카마츠시)	「香川빗물이용 권장협회」 회장 : 加藤修作 Tel : 087-840-0338 Fax : 087-869-3710
愛媛縣 松山市 (에히메현 마츠야시)	「松山 빗물이용 추진 시민모임」 (「2001 빗물 세미나 IN高松」에 참가, 분과회)
福岡縣 福岡市 (후쿠오카현 후쿠오카시)	「주거와 환경을 생각하는 모임」 事務局長 荒川瑞代 (有限會社 Eco Organic House 내) Tel : 092-564-3566 E-mail : eco@mail.webnik.ne.jp
沖繩縣 沖繩市 (오키나와현 오키나와시)	「沖繩縣 빗물이용을 추진하는 시민모임」 (우) 904-2134 沖繩縣浦添市港川 2-30-1 有限會社 沖繩환경 경제연구소 내 Tel・Fax : 098-874-5314

12.빗물이용의 문제점과 금후의 과제

빗물이용의 문제점으로써 가장 많았던 것이, 빗물 탱크 조성에 관한 것이다. 28개의 자치체로부터 의견이 전해졌다. 이 중, 조성금 제도를 마련했지만 좀처럼 실적이 오르고 있지 않다고 대답했던 자치체가 12개였다. 정화조의 빗물탱크의 전용에서도 실적이 부진하다고 대답했던 자치체도 1개였다. 그 이유로는, 탱크의 설치금액이 너무 비싸고, 조성액이 적지 않으며, 본인의 자기 부담이 크며, 탱크를 설치할 스페이스가 없는 등을 들었다. 또한 이것과 연관된, 문제의식이 낮은 것이, 제일 큰 문제, 팜플렛이 적어 홍보가 불충분, 또는 어떻게 홍보하여 시민의 이해를 얻을 것인가, 와 같은 시민의 주지방법에 관한 문제를 올린 자치체도 있

다(3개). 그 한편으로, 니이가타시(新潟)처럼 단기간에 소형 저수조도 294기로 뛰어난 실적을 올리고, 침투받이의 조성 신청이 쇄도하는 자치체도 있다. 니이가타시는 1998년에 대홍수가 덮쳐서, 시민이 빗물의 유출제어에 대한 관심이 높아진 것도 있지만, 동시에 시의 빗물저류 침투사업을 후원하는 지역의 시민조직이 있으며, 빗물이용의 조성의 향상에 공헌한 것도 크다.

빗물이용조성제도를 마련하고 싶고, 재정적인 문제가 해결되면 조성제도를 마련할 것이라고 대답한 자치체도 (4개)이며, 빗물이용의 조성의 효과적인 실적방법에 관한 재정, 홍보, 시민과의 협동 등, 다각적인 면으로 검토를 도모할 필요가 있다.

빗물이용의 탱크의 정보가 얻기 어려워, 메이커로부터 빗물탱크의 인정요청이 있었지만, 빗물탱크의 선정기준이 없다고 인정하였으며, 사업소가 가까이에 없으며 사후관리(aftercare)의 대응에 불안하며, 빗물탱크가 너무 비싸다 라고 지적한 자치체도 있다(4개). 최근 몇 년, 여러 가지 타입의 소규모의 빗물탱크가 계발되었다. 금후, 빗물 이용 탱크의 구조 및 유지관리의 면으로의 기준 마련과 값이 싼 양질의 탱크의 계발 등을 메이커 단체에서 응하도록 적극적으로 작용할 필요가 있다.

또한 빗물 탱크를 조성하고 있지만, 소규모의 탱크에서는 빗물의 유출제어, 수자원의 절약효과의 면으로부터 보이는 바와 같이 사업효과가 있는 것인가 라고 한 의문을 보인 자치체도 있다(1건). 확실히 소규모의 빗물 탱크의 경우, 양적인 면으로는 치수, 이수 및 방재의 기여율은 적을 지도 모르지만, 빗물을 실제로 활용한다고 말한 계발의 면으로서는 커다란 것으로 생각된다. 금후, 빗물이용의 보급에 수반한 치수, 이수 및 방재의 효과에 관해 빗물이용 자치체 담당자 연락회로써도 검토할 필요가 있다. 기타, 빗물이용의 설계와 비용의 문제(8개), 빗물을 이용할 때 변기가 더럽혀지는 등 빗물이용설비의 유지관리상의 문제를 지적하는 자치체도 있다(6개). 과잉한 설비는 빗물이용의 설비 비용의 회수를 늦춘다. 또한 적정한 설계와 유지관리가 이루어지지 않으면, 위생상의 문제를 일으킨다. 이미 스미다쿠(墨田區)와 나가사키현(長崎縣) 등에 빗물이용 매뉴얼이 작성되고 있지만, (사)빗물저류침투기술협회로부터 1998년에 「빗물이용 핸드북」이, 공기조화·위생공학회로부터 1997년에 「빗물이용 시스템 설계와 실무」가 각각 발행되었다. 금후는, 관계단체와 관련학회와도 연휴를 강화하면서, 금회의 결과도 활용하면서, 빗물의 이용, 침투 및 이용에 관한 매뉴얼의 작성에 관하여 검토할 필요가 있다.

【부록5】

서울시 직결급수 추진현황

서울시는 상수의 탱크 저류에 따른 수질 저하의 문제점을 해소하기 위해, 2002년 1월부터 12월까지 물탱크를 거치지 않는 상수의 직결급수 사업을 추진하였다. 직결급수는 상수의 탱크내 장기저류에 따른 수질저하 방지는 물론 에너지 절감 효과를 갖고 있다. 2002년 한 해 동안 12개 사업소를 대상으로 그 목표량을 설정하여 각종 매체를 통한 시민 홍보와 건축물 건물주와의 면담을 통해 직결급수를 추진한 결과 170%의 달성도를 보였다.

<2002년 서울시 직결급수 목표량 및 현황>

구분	계	중부	서부	동부	성북	북부	은평	강서	영등포	남부	강남	강동
목표량	5,000	350	400	500	450	400	500	500	500	500	400	500
계	8,502	469	561	1,120	576	1,094	1,070	1,070	555	946	760	544
신축	6,513	261	394	948	361	932	908	908	376	728	580	382
기존	1,989	208	167	172	215	162	162	162	179	218	180	162

향후 서울시에서는 2005년 이후까지 연차별 추진계획을 세워 직결급수의 확대보급을 추진하고 있다.

<연차별 직결급수 추진계획>

구분	추진실적(2000~2002)	2003	2004	2005이후
개소	18,498	5,000	5,000	연 5,000

<2003년 사업소별 직결급수 추진목표>

구분	계	중부	서부	동부	성북	북부	은평	강서	영등포	남부	강남	강동
목표	5,000	350	400	500	450	400	500	500	500	500	450	450
신축	3,000	170	220	310	270	220	320	320	310	320	270	270
기존	2,000	180	180	190	180	180	180	180	190	180	180	180

Table of Contents

Summary and Policy Recommendations

Chapter 1. Introduction

1. Study Background and Purpose
2. Study Contents and System

Chapter 2. Concept and Effect of Rainwater Utilazation and Rainwater Maintenance

1. Concept of Rainwater Utilization
2. Effect of Rainwater Utilization
3. Use of Rainwater
4. Rainwater Tank and Reservior Material, Capacity and Water Quality
5. Rainwater Outflow Reduction Facilities
6. Operation and Maintenance

Chapter 3. Present Conditions of Rainfall and Flood, and Undercurrent Possibility Capacity Analysis in Seoul

1. Present Conditions of Rainfall
2. Present Conditions of Flood Damage
3. Cause of Flood Damage
4. Flood Cause and Damage in Chonggyechon River
5. Rainwater Utilization and Flood Damage Undercurrent Possibility Capacity

Chapter 4. Rainwater Utilization Examples and Installation Plan

1. International Case Studies
2. Domestic Case Studies

Chapter 5. Rainwater Utilization Policy

1. International Case Studies
2. Domestic Case Studies

Chapter 6. Conclusions and Policy Proposals

1. Legislative Plan for Rainwater Utilization
2. Technological Plan for rainwater utilization
3. Administrative Plan for rainwater utilization
4. Policy Proposals for Rainwater Undercurrent Facilities

Reference

Appendices

A Study on the Flood Damage Prevention and Water Saving through Rainwater Utilization

Project Number	SDI 2003-R-13
Research Staff	Kap-Soo Kim (in Charge)
	Ji-Hee Yang
	Youngkeun Kim

This study aims to suggest exemplary uses of rainwater for the urban amenity improvement and water saving by preventing flood damages caused by severe torrential rain and typhoons every year.

It reviews the possibility of preventing the flood damages and utilizing rainwater in Seoul. It also suggests the most suitable policy directions and other supporting measures in terms of institution, technology and administration based on the case studies of other countries on the essential conditions of tanks and reservoirs for rainwater use.

The findings and conclusions of this study are as follows:

1. It is required to give a variety of incentives and expand the scope of compulsory use of rainwater. It is also required to increase the economic supports through tax incentives, for example, in the case of installing rainwater utilization facilities.
2. In the deliberation of the construction permission in the private sector, only the buildings complying with the regulations of the installation of rainwater storage tanks should be allowed to get the construction permits. It is recommended to give subsidies or reduce water charges in order to induce the private sector to install the facilities voluntarily.

reinforced concrete rainwater storage tank (more than 10㎥)	5 million won
middle-scale rainwater storage tank such as FRP, stainless steel, HDPE(1㎥～10㎥)	2 million won
small-scale rainwater storage tank such as FRP(less than 1㎥)	0.2 million won

3. It is necessary to develop and distribute rainwater storage tanks which are suitable for the Korean conditions in order to use the rainwater most efficiently.
4. Because more than 70% of precipitation in Korea is concentrated in June to September, it is required to divide a rainwater storage tank to store 1/3 of rainwater in the dry season and 2/3 in the flood season.
5. It is required to introduce a direct water supply service and enact an local ordinance stipulating the encouragement of utilizing the disused rooftop and underground water tanks.
6. It is recommended not to remove the disused septic tanks in the area of the separate sewerage system in order to reuse the septic tanks for rainwater storage. In this case, it is recommended to subsidize the citizens for the cost of about 500,000 won in cleaning the disused septic tanks and rearranging pipes.
7. It is proposed to give a budget of about 15 million won to each primary, middle and high school which installs rainwater utilization facilities.
8. It is necessary to set up a Department of Rainwater Utilization in charge of policy making, planning, publicity and other things for rainwater utilization.