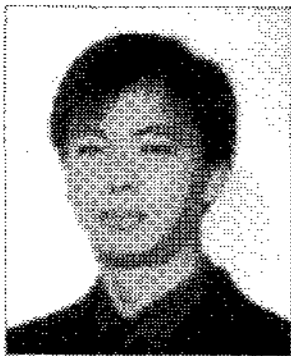


빗물관리를 통한 미래 도시의 기후변화 대응방안



김 영 진 |
서울대학교 빗물연구센터 수석연구원
mukta73@snu.ac.kr



한 무 영 |
서울대학교 건설환경공학부 교수
myhan@snu.ac.kr

이러한 물리적 여건 변화와 함께 미래 물의 경제적 가치와 사회적 중요성도 20세기 원유에 비견될 정도로 강조되고, 다국적 관련 거대기업들은 물시장 선점을 위한 투자를 아끼지 않고 있다. 이처럼 물에 있어서 기술적인 문제는 물론 경제적, 사회적 의미도 더욱 민감하고 복잡해지고 있다.

빗물관리는 최근의 문제들을 다각적이고 총체적으로 조명하고, 예측하기 힘든 미래의 변화에 유연하고 효율적으로 대처하기 위해 소규모 시설들의 분산형 통합 시스템을 지향하는 새로운 기술적 패러다임이다.

1. 기후변화와 최근의 물문제

기후변화의 원인과 양상에 대해 아직까지 여러 의견이 많지만, 최근 기상 및 강수 패턴이 과거의 통계학적 자료로 설명하기 어렵다는 것은 분명한 사실로 판단된다. 우리나라의 경우 그림 1에서 보는 바와 같이 강수의 시간적 분포 즉, 홍수기의 강수량과 갈수기 강수량의 차이가 더욱 심해지고 있는 추세이다.

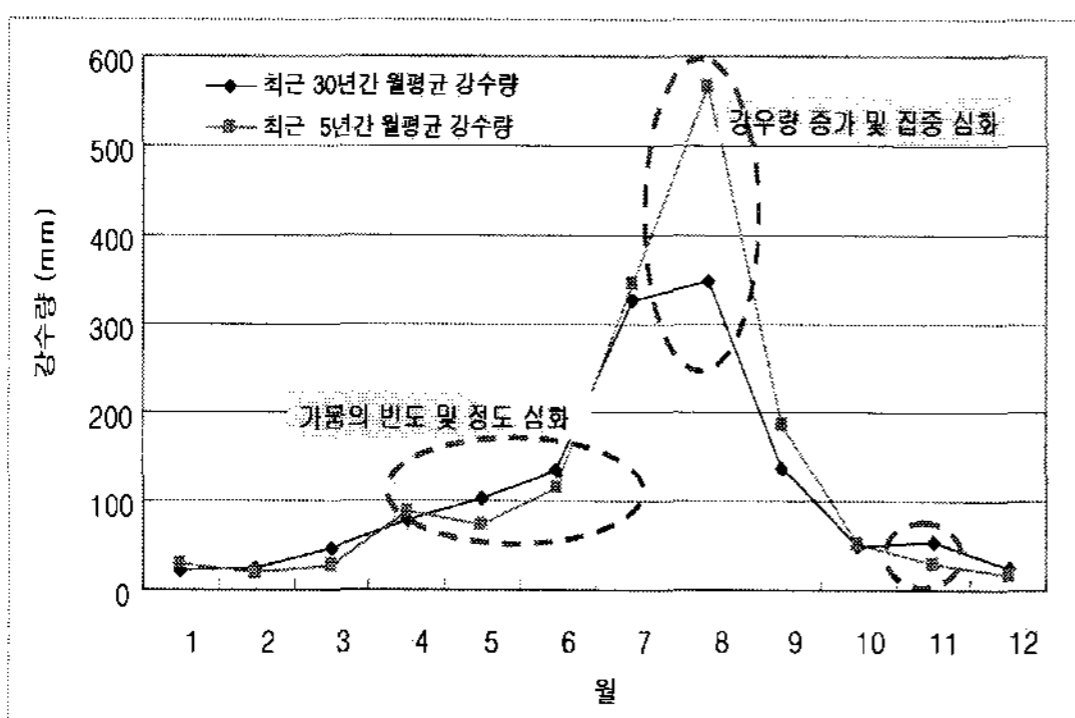


그림 1. 서울지역 최근 월평균 강수량 변화패턴

2. 빗물관리의 패러다임

패러다임이라고 하면 대부분의 사람들이 ‘그저 듣기 좋은 이야기’ 정도로 받아들이는 경향이 있다. 하지만 패러다임은 거의 무의식의 수준에서 우리의 행동과 생각을 강하게 지배한다. 패러다임의 변화는 기존의 장점을 단점으로, 단점을 장점으로 바꾸기도 하고, 위기를 기회로 바꾸기도 한다. 빗물관리의 패러다임은 빗물을 적극적인 관리의 대상으로 인식하고, 이를 통해 지금 당면한 여러 가지 물문제를 단순하고 유연하게 풀어나가고자 하는데 초점을 두고 있다.

기존의 물관리는 상수관망, 하천 등에 편중된 선적인 공간에서 선적인 시스템을 통해 이루어 졌다. 유역 전역에 걸쳐 분산화된 중소규모의 현지 제어식 (on-site) 빗물시설은 미래의 변화에 유동적이고 신속하게 대응할 수 있을 것이다.

지방자치단체와 주민들의 요구가 복잡해지고 다

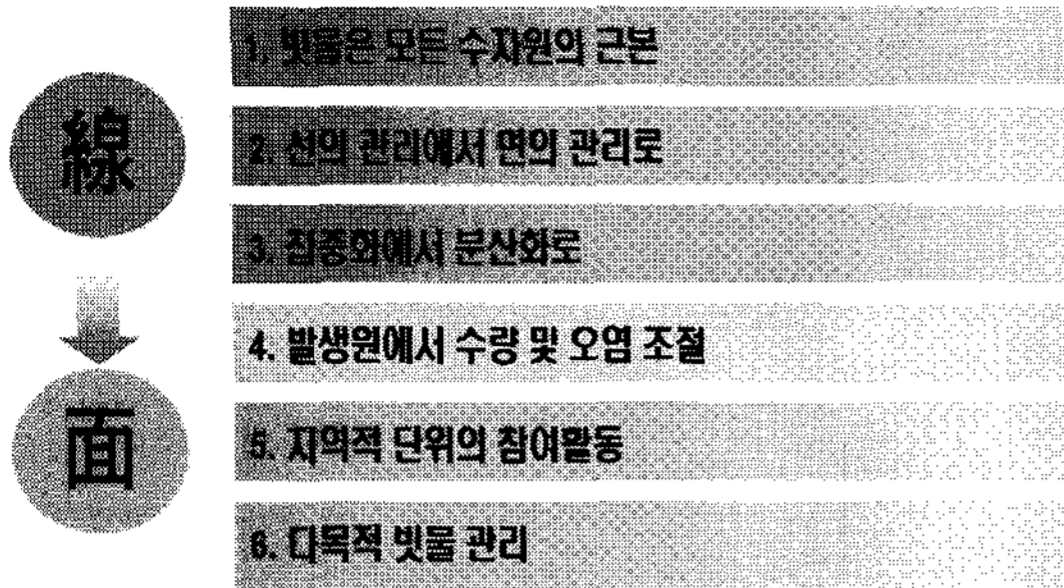


그림 2. 빗물관리의 패러다임

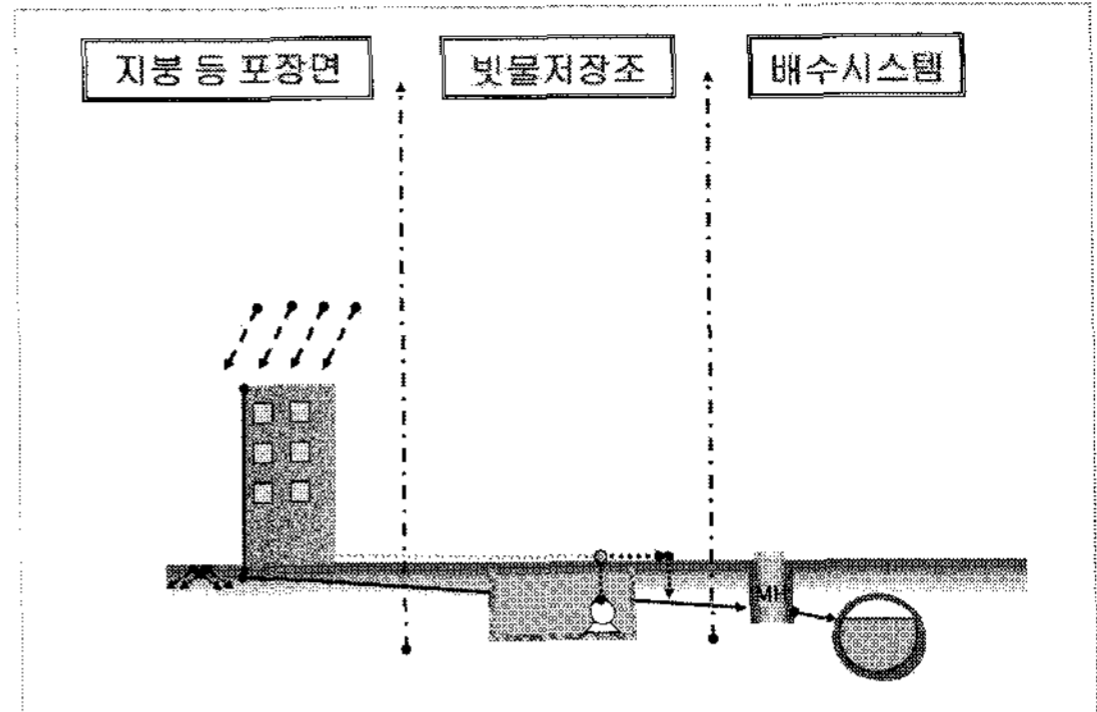
양해진 만큼, 향후 물관리 정책은 지역단위의 적극적인 활동과 참여를 유도하는 방안이 되어야 한다. 빗물관리는 이미 시민사회와 지방자치단체에서 먼저 관심을 가지고 적극적으로 시작되었다.

또한 빗물관리에서는 이수, 치수, 환경보존의 단순한 삼분법적 문제인식을 벗어나 도시환경에서 물과 관련된 복잡한 요구와 여건들을 다각적으로 고려하고자 한다. 특정 시설물이 수행할 수 있는 모든 기능과 효과를 종합적으로 고려하여 다목적의 기능을 수행하도록 하는 것이다. 일례로 하나의 빗물 저장조를 대상으로 용수저장, 유출저감 기능과 함께 나아가 건축물 냉난방 시설, 지하공간 활용, 강우 초기유출저감 기능까지 여러 가지 기술적 활용방안이 연구되고 있다.

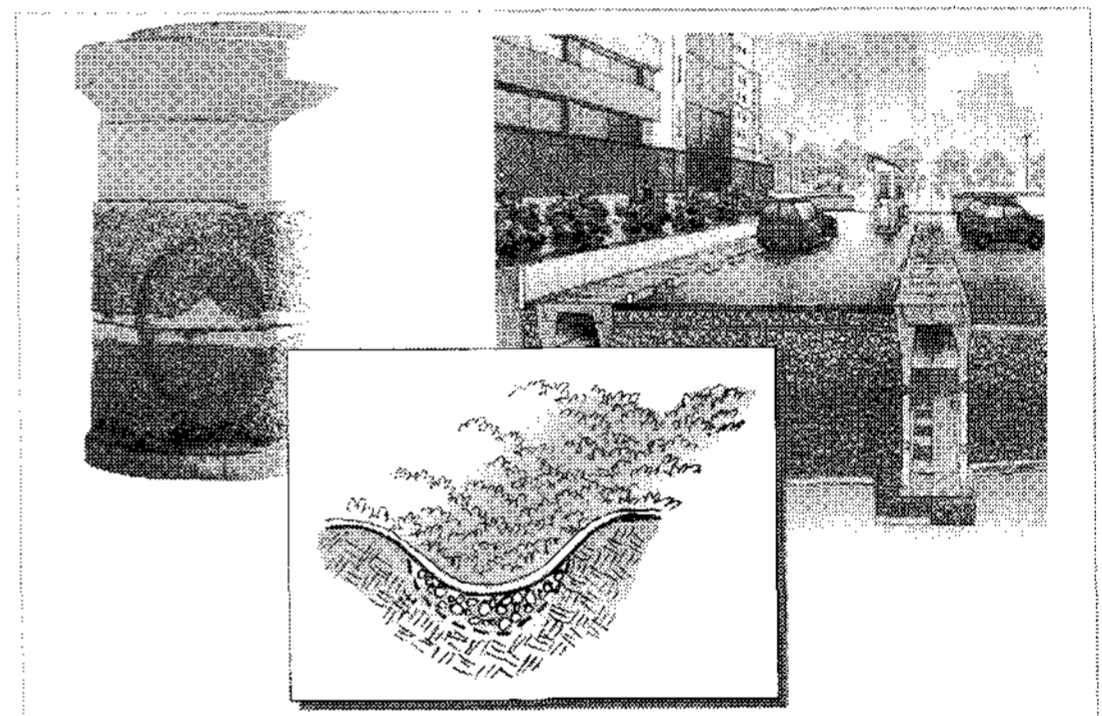
3. 빗물관리의 실용적 기대효과

3.1 빗물관리 시설

본 장에서는 실제적인 빗물관리 시설의 구성과 그 실용적 활용방안을 소개하고자 한다. 빗물관리 시스템은 일반적으로 저장과 침투기능을 수행한다. 그림 3은 건축물 지붕면을 집수면으로 하는 가장 일반적인 빗물 저장조 시설의 개략도와 각종 침투시설을 나타낸 것이다.



(a) 빗물저장조 시스템의 개략도

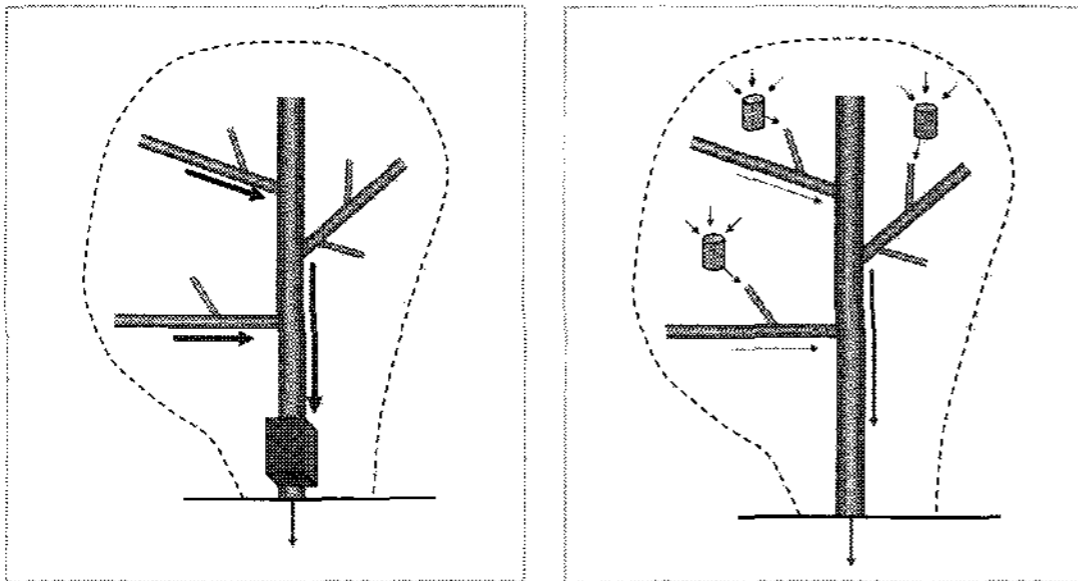


(b) 각종 빗물침투시설

그림 3. 일반적 빗물관리시설의 개략도

빗물 저장조 시설은 대부분의 경우 빗물을 저장하여 각종 용수로 활용하기 위해 설치된다. 가능한 청정한 수질의 빗물을 얻기 위해, 집수면으로 건축물의 지붕면을 주로 이용한다. 저장조는 규모와 주변 여건에 따라 여러 가지 형태가 있으나 일반적으로 지하에 콘크리트 재질로 설치된다. 저장조에 모아진 빗물은 급수장치를 통해 수세식 화장실 변기 세척수와 녹지의 조경용수로 활용되는 사례가 많다.

빗물침투는 도시화로 인한 침투량 감소 및 지하수 과다 사용 등으로 인해 지하수위가 낮아지는 문제를 해결하기 위해 독일, 일본 등에서 1960년대부터 시작된 것이다. 하지만 최근에는 물순환 건전성 회복, 건천화 방지 등 그 효용성과 필요성이 더욱 커지고 있다. 침투맨홀, 침투포장, 침투 측구 등 투수성 재질로



(a)집중형 유출제어 시스템 (b)분산형 유출제어 시스템

그림 4. 집중형 유출제어와 분산형 유출제어의 비교

이루어진 여러 가지 장치가 시도되고 있고, 최근 서울숲 공원에도 적용된 바 있는 자연형 침투 배수로도 빗물의 침투시설이라고 할 수 있다.

3.2 분산형 빗물관리 시스템

빗물저장시설은 용수공급뿐 아니라, 유출제어 효과도 기대할 수 있다. 그림 4는 관로 말단부 우수조정지에 의한 유출제어 시스템과 다수의 빗물관리시설을 이용한 분산형 시스템을 비교한 것이다.

분산형 유출제어 구상의 가장 큰 특성은 강우시 지붕면 등 포장면에서 흘러나오는 빗물을 저장 또는 침투시켜 배수관으로 유입되는 유량을 제어할 수 있다는 것이다. 이는 많은 비용과 노력이 필요한 기존 시설의 성능 확대 필요성을 최소화 시킬 수 있다는 의미로 볼 수 있다. 또한 중소규모 on-site 제어 시설의 추가증설 또는 용량확대 등을 통해 향후 강우패턴 변화에 융통성 있게 대처할 수 있을 것이다.

건축물이 밀집된 주거형 단지의 경우에는 지붕 집수만으로 상당한 유출저감효과를 기대할 수 있는 것으로 나타났다. 김영진 등 (2008) 은 서울시에 위치한 신내 1 소배구 지구에서 지붕면만을 대상으로 면적 100m² 당 10m³ 용량의 저장조를 설치하였을 경우를 가정해, SWMM으로 유출저감효과를 모의 평가하였다. 2006년 7월 27일 해당지역에서 관측된 지속 시간 9시간, 총강우량 약 139mm의 강우사상에 의한

최종 유출유량을 모의한 결과, 침투 유출유량은 약 20%, 총 유출유량은 18%까지 저감되는 것으로 모의되었다. 신내 1 소배구 지구는 주거단지 총면적에서 지붕면적 비율은 43.7%, 전체 배수면적대비 지붕면적 비율은 약 20.5%로 건축물이 상당히 밀집된 지구로 지붕집수 만으로도 위와 같은 높은 유출저감효과가 예상된 사례라 할 수 있으나, 건축물이 밀집된 대부분 도시 배수구역에서 분산형 시스템을 통해 홍수 유출 저감효과를 기대할 수 있다고 본다.

4. 현장 적용사례

지금까지 적지 않은 빗물관리 시설이 설치 운영되고 있으나, 가장 최근의 비교적 성공적인 사례로 서울대학교 공원형 빗물관리시스템과 서울시 광진구 스타시티 빗물관리 시설을 소개하고자 한다. 그림 5는 서울대학교 관악 캠퍼스내 버들골 잔디밭에 설치운영 중인 공원형 빗물관리 시스템의 개략도이다.

서울대학교내 버들골 공원형 빗물관리 시스템은 기존 우수관로를 통해 배재하던 관악산 상류 계곡수를 저장, 침투시켜 주변 녹지의 조경용수 및 공원 친수환경 조성을 위한 용수로 활용하고 있다. 잔디밭 지하에 설치된 저장조의 물은 주변 녹지의 조경용수 또는 비상용 방화용수로 사용될 수 있으며, 저장조를 채우고 난 후의 물은 지하 관로를 통해 침투시설과 공원형 수변시설의 용수로 공급이 된다. 빗물을 이용

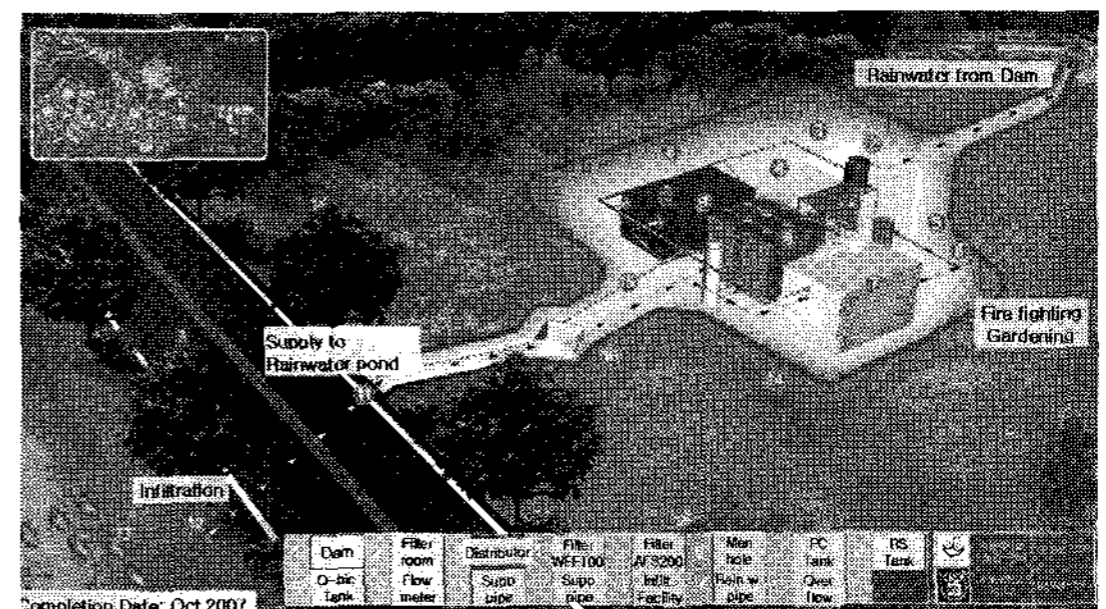


그림 5. 서울대학교 공원형 빗물관리시설 개략도

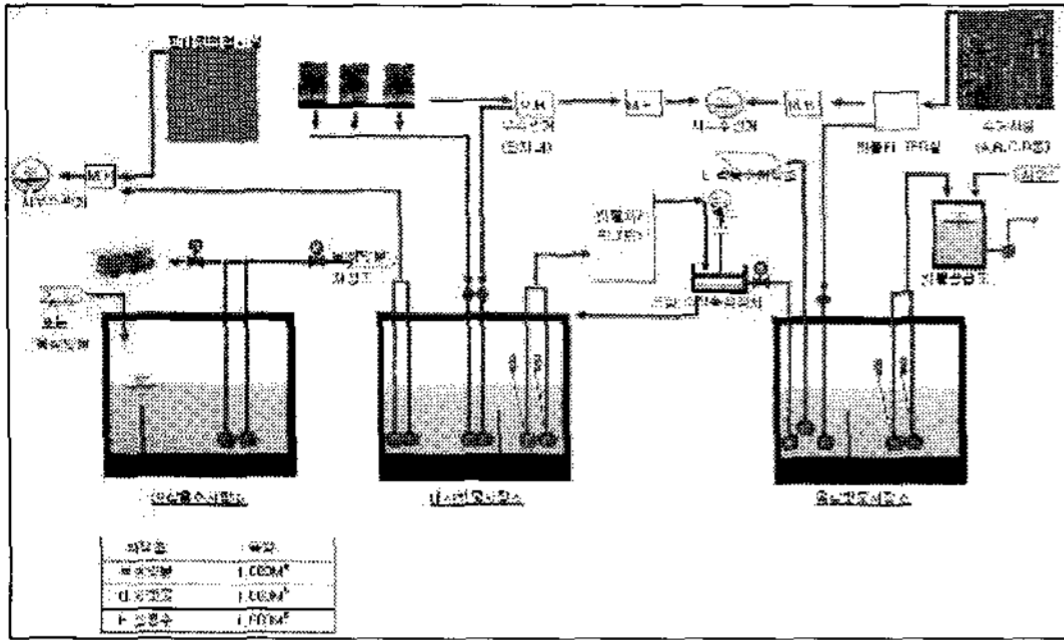


그림 6. 스타시티 빗물관리 시설 개략도

한 공원 조경시설 설치 이후 교내의 각종 야외모임 및 서울대학교 주변 주민들의 가족단위 방문이 증가하였다.

본격적이고 실용적인 주거단지 빗물관리 시스템으로 들 수 있는 사례는 2007년 3월에 완공된 그림 6의 서울시 광진구 스타시티 빗물관리 시설을 들 수 있다.

스타시티는 서울시 광진구에 위치하고 있는 대규모 주상복합단지로서, 35~58층에 이르는 건물 4개동으로 구성되어 있다. 단지 내에는 실개천, 분수, 잔디 및 수목 등을 포함한 조경시설이 조성되어 있다. 광진구는 개발사업자에게 빗물이용시설 설치 시 3%의 추가 용적을 제공하여 감독기관에서는 추가적인 비용의 집행이 없고, 사업자에게는 사업으로 인한 이익을 보존해주는 인센티브를 제공하여 빗물이용시설의 건설이 가능하였다.

스타시티에서는 단지 안에 내린 강우를 100mm까지 저장하여 주위의 하수도에 영향을 주지 않도록 설계 하였으며, 저장된 빗물을 조경용수나 화장실용수로 사용하고 있다. 집수면의 면적은 약 50,000m²이며, 집수면은 지붕면과 조경지역을 포함하는 대지면으로 구성되어 있다. 빗물을 저장하기 위해 B 동의 지하 3층에 1000톤 용량의 저장탱크 세 개로 이루어진 3,000톤 규모의 빗물저장탱크를 설치하였다. 첫 번째 저장조는 지붕면에서 모아진 빗물을 저장하고, 두 번째 저장조는 단지 내 대지면에서 모아진 빗물을 저장하여 침수에방 및 상수 절약 용도로 사용하고 있

다. 특히, 조경용수로 사용된 빗물이 비포장면에서 침투를 통해 다시 저장조로 들어오는 순환이용 시스템을 구축하여 빗물의 이용율을 높였다. 세 번째 저장조는 단수와 같은 비상시 물 공급을 위해 상수를 저장하는 기능을 한다. 저장조의 수질관리를 위해 일정시간이 지나면 저장된 상수중의 절반을 다른 빗물 저장조로 옮긴 후 다시 깨끗한 상수로 채우고 있다.

실제 지금까지 빗물사용량의 실적은 스타시티 단지 전체 면적에 떨어진 빗물의 총유량을 기준으로 용수로 활용된 비율은 67%에 이르고 있다.

5. 결론 및 제언

빗물관리는 단순히 수돗물을 아끼기 위한 빗물저장조의 설치, 보급뿐만 아니라, 기후변화로 기인되는 최근의 물문제를 종합적으로 고려하고, 예측하기 어려운 미래의 물문제에 대해 융통성 있게 대처하고자 하는 새로운 물관리 패러다임이다. 이를 실현하기 위해 중소규모의 각종 빗물시설의 보급과 면적인 통합관리 시스템의 구축이 필요하다. 비록 소수이기는 하나 현재까지 적용된 빗물관리시설은 대부분 수년째 성공적으로 운영되고 있다. 최근 비공식적이거나 행정복합도시 계획에서 통합형 빗물관리 시스템의 적용과 계획수립을 적극적으로 검토할 것이라는 논의도 있었다.

우리나라의 강수여건과 고밀도의 국토이용 상황은 물관리에 있어서 세계적으로도 찾아보기 힘든 어려운 여건이다. 빗물관리를 통해 우리나라의 특수한 지역적 여건에 맞는 물관리 기술과 방안을 발전시킬 수 있을 것이다. 독일, 일본 등 빗물관리를 우리보다 10여년 정도 앞서 시작한 나라들의 현재 수준과 비교해도, 최근 5년간 우리가 이룩한 빗물관리에 관한 관심과 인식증대에 힘입어 국내의 독자적인 노하우를 가지는 수준에 이르렀다고 생각된다.

하지만, 분산형 통합시스템의 구축을 통해 본격적

인 빗물관리를 실현하기 위해서는 앞으로도 많은 연구와 시설 보급 및 경험의 축적이 필요할 것이다. 빗물관리는 구체적 기술 및 실용적인 제품개발에 있어 많은 발전가능성을 가지고 있으며, 이산화탄소 발생 저감 및 빗물의 냉난방수 이용을 통한 에너지 절감분야에까지 연구 영역의 확대가 가능하다고 판단된다. 마지막으로 앞으로 많은 분들의 관심과 참여를 당부드리며 부족한 글을 마치는 바이다.

참고문헌

김영진 (2008), 건축물 지붕면의 유출제어를 위한 빗물저장조의 용량결정기법, 공학박사논문, 서울대학교.
김영진, 김충수 (2008), 이상강우에 대비한 빗물저장

시설의 도시 하수도 유출저감 효과, 2008년 한국물환경학회-대한상하수도학회 공동포럼.

문정수 (2008), 빗물이용시설의 경제성 평가방법 및 수질유지 방안, 2008년 한국물환경학회-대한상하수도학회 공동포럼.

한무영 (2007), 우리나라의 빗물관리 비전, 제7회 빗물 모으기 국제 워크샵, (사)빗물학회.

한무영 (2007), 한무영의 빗물이야기, 서울대학교 빗물연구센터

Youngjin Kim, Mooyoung Han, Chunsoo Kim, Yongha Kim (2008), The effect of Decentralized Rainwater Tank System for Climate Change Adaptation against Urban Flooding, Asian Oceania Geosciences Society 2008, 16-20 June, 2008, Busan, Republic of Korea. ☞