

빗물가두기 하 프로젝트

저탄소 녹색성장

목마른 지구에 물을 주다

빗물활용은 이제 대안을 뛰어넘어 새로운 패러다임으로 자리잡고 있다. 하지만 물부족 현상을 해소하는 데 크게 기여하는 '빗물 재이용' 시스템이 안전성을 인정받기 위해서는 정부와 학계의 적극적인 연구가 뒷받침되어야 할 것이다. 선진 물관리시스템이야말로 녹색성장의 선두에 있어야 하기 때문이다.

글 한무영 서울대학교 빗물연구센터장, 서울대학교 공과대학 지구환경시스템공학부 교수

최근 100년 동안 지구의 환경은 산업화 이전과 비교해 보았을 때 숨 가쁜 변화를 거듭해 왔다. 이상기후 현상에 따른 자연적 요인과 도시화 및 산업화에 따른 인위적 요인은 현대사회 물관리시스템의 위협요인으로 지적되고 있다.

이에 지난 봄호에서는 빗물가두기 프로젝트를 소개하며 다목적 물이용 등 빗물관리 전반의 문제를 다루었다. 이번 호에서는 빗물관리에 앞장서고 있는 국내외 도시의 사례를 살펴봄으로써 우리의 물관리시스템 비전을 제시하고자 한다.

서울대학교의

빗물 저장과 침투 2007년 10월에 완공된 서울대 버들골 빗물관리시설은 저장 및 침투 시설이 설치되어, 관악산 계곡에서 흘러나와 버려지고 있는 빗물을 저류, 침투시키고 있다.(그림 1) 저장조 유출수 일부는 연못과 습지에 공급되고 다른 일부는 도로를 관통하여 잔디로 이루어진 아랫버들골 침투시설로 유입된다. 아랫버들골에는 침투 시트로 감싼 박스형 침투시설을 도양 표면으로부터 30cm 깊이에 매설했다.

침투시설 상부는 잔디 부분과 자갈 포설부를 혼합한 형태로 시

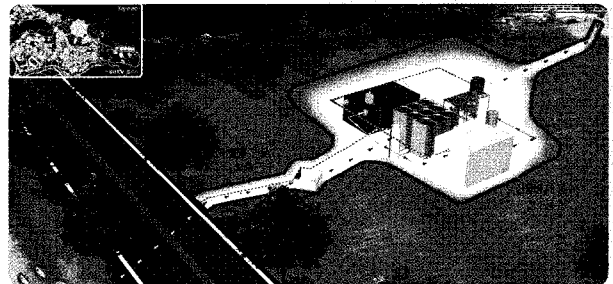


그림 1 버들골 유역 빗물관리시설 전체 개요도

공하여 경사면으로 유출되는 빗물이 침투시설 내부로 원활히 유입되도록 했다.

서울시 빗물관리와

수원시 '레인시티' 서울시는 공공기관의 빗물관리시설 설치를 의무화하고 있으며, 개인 건물에는 설치 비용의 전부 또는 일부를 보조하는 인센티브 제도를 시행해 빗물관리를 적극적으로 권장하고 있다.(그림 2) 또한, 최근에는 '4 alls for all'을 빗물관리의 기조로 삼고 적극적 빗물관리의 모범을 보여주고 있다. '4 alls'란 'all rainwater, all places, all methods, by all

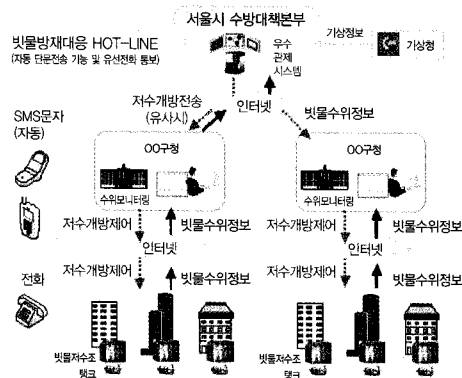


그림 2 서울시 빗물저장조 통합관리 시스템

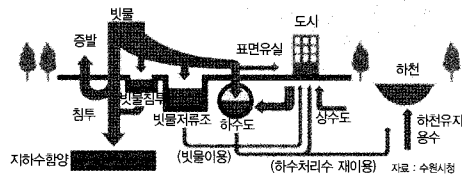


그림 3 수원시 레인시티

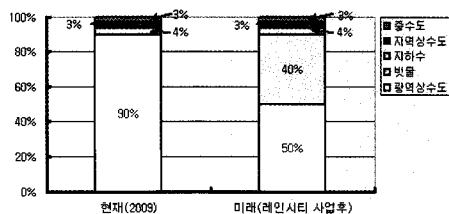


그림 4 레인시티 사업에 의한 수원시 물자급률 향상

people'의 네 가지로 모든 시민을 위해 모두가 참여하는 적극적인 빗물관리를 의미한다.

수원시는 '물의 근원 = 빗물'이라는 개념에 착안하여 레인시티를 만들고자 선언했다. 레인시티는 빗물을 버리지 않고 모아 여러 가지 목적으로 활용하는 도시를 말한다.(그림 3) 일부 국가나 도시에서 소규모 빗물관리시설을 운영하는 사례는 있었지만 이처럼 도시 전체에 대해 빗물을 통합·관리하는 시스템을 도입한 것은 수원시가 처음이다.

수원시의 1년간 물 사용량은 1억 2천만 톤인데 반하여 1년간 떨어지는 빗물의 양은 1억 6천만 톤이다. 현재는 빗물을 모두 버리고 거의 대부분을 남의 물에 의존하고 있어 물 자급률은 10% 정도에 그친다. 빗물관리로 물 자급률의 목표치를 상향 조정하고 연차적으로 시설을 설치하면 홍수, 가뭄을 대비하면서 에너지를 절약할 수 있고, 시내에 친환경 조정시설 등을 만들어 삶의 질을 향상시킬 수도 있다.(그림 4)

또한 빗물 거리, 빗물 정원, 빗물 마을 등을 조성하고 기존의 화성과 연계하여 국제적인 관광명소로도 만들 수 있고, 빗물수영장, 빗물목욕탕, 빗물이용원, 빗물생수 등을 만들어 새로운 소

득을 창출할 수도 있다. 여기에 빗물 공무원 네트워크, 빗물 시민 네트워크, 빗물 모으기 국제 컨테스트, 빗물 영화제 등 다양한 사업을 추진하여 국내외 많은 사람들의 이목을 끄는 동시에 불산업의 한 장르로서 빗물산업을 육성할 수 있다.

이처럼 수원시는 분산형 빗물관리의 중요성을 깨닫고 서울대학교 빗물연구센터와 협력하여 전 세계의 다른 도시에 레인시티의 개념을 전파하고자 힘쓰고 있다.

스타시티의 다목적, 적극적, 상생적 빗물관리

2007년 3월에 완공된 스타시티는 서울시 광진구에 위치하고 있는 대규모 주상복합 단지로 35~58층에 이르는 건물 4개 동으로 구성되어 있다. 단지 내에는 실개천, 분수, 잔디와 수목 등 조정시설이 조성돼 있다.

스타시티는 단지 안에 내린 강우를 100mm까지 저장하여 주위의 하수도에 영향을 주지 않도록 설계했으며 저장된 빗물은 조경용수나 화장실용수로 사용된다.(그림 5) 빗물을 저장하기 위



해 B동의 지하 3층에는 1,000톤 용량의 저장탱크 세 개로 이루어진 3,000톤 규모의 빗물 저장탱크를 설치했다. 첫 번째 저장조는 지붕면에서 모인 빗물을 저장하고, 두 번째 저장조는 단지 내 대지면에서 모인 빗물을 저장하여 침수 예방 및 상수 절약 용도로 사용하고 있다. 세 번째 저장조는 단수와 같은 비상시 물 공급을 위해 상수를 저장하는 기능을 한다. 또한 저장조의 수질 관리를 위해 일정 시간이 지나면 저장된 상수 중 절반을 다른 빗물 저장조로 옮긴 후 다시 깨끗한 상수로 채우고 있다.

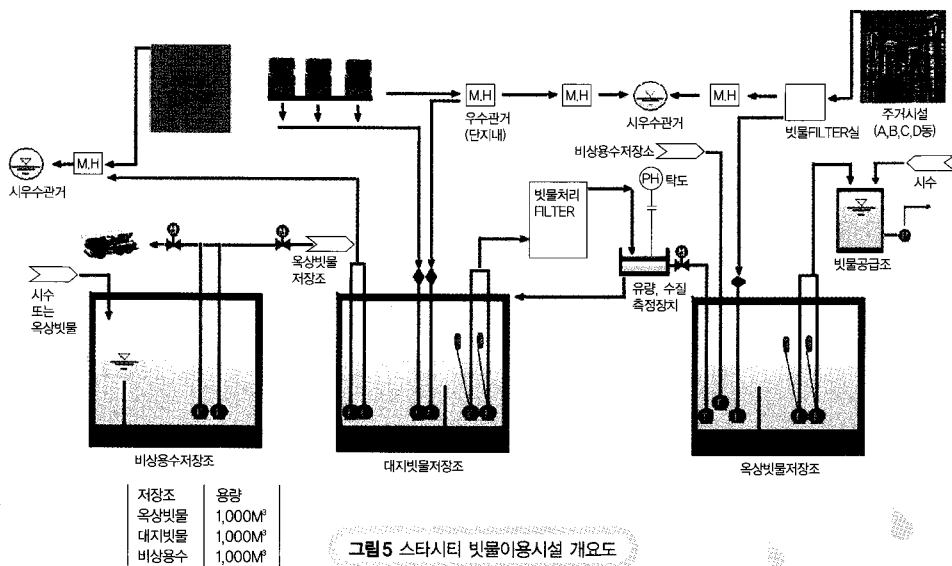
스타시티의 빗물이용시설은 다목적, 적극적 그리고 상생적(win-win) 빗물이용이 가능하도록 설계됐다. 먼저 다목적 빗물관리를 위해 수질에 따라 저장조를 구분하고 각각의 물탱크에 홍수방지, 물절약, 비상용 기능을 부여했다. 다음으로 적극적인 빗물관리를 위해 저장조의 수위 및 수량을 원격 모니터링하여 저류된 빗물의 양을 파악하고 이를 통해 물 공급과 지역적인 침수 문제 등을 관리할 수 있도록 했다. 마지막으로 개발사업자에게 빗물이용시설 설치 시 3%의 추가 용적률 인센티브를 주어 감독기관에서는 추가적인 비용의 집행이 없고, 사업자에게는 사업으로 인한 이익을 보존해 주는 상생적 빗물관리가 가능하도록 했다. 2007년 6월부터 11월까지 약 반년 동안의 빗물이용시설 운전 자료를 바탕으로 스타시티에서의 빗물 이용량을 분석한 결과 2007년 1년간 단지 내에 내린 강우 중 67%에 달하는 약 40,000톤의 물을 사용할 수 있는 것으로 추산되었다.(그림 6) 스타시티 빗물이용시설의 저장조는 대지빗물

저장조, 옥상빗물 저장조 그리고 비상용수 저장조 이렇게 세 개로 구성되어 있다. 세 개의 저장조 중 수질에 있어서 비교적 오염도가 높을 것으로 예상되는 대지빗물 저장조의 수질을 2007년 6월부터 연속 측정하고 옥상빗물 저장조와 공급탱크의 빗물수질도 측정했다. 그 결과 저장조 내 빗물의 pH는 6~8.4 범위의 중성수치를 나타냈으며 탁도의 경우도 2NTU 이하의 값을 보였다. 아직까지 빗물이용 시 수질기준이 정해져 있지 않으므로 추후 보완이 필요하겠지만 중수도 수질기준을 적용한 결과 3개 저장조 모두 대장균군수 항목을 제외하고는 기준 이하의 값을 보였다.

빗물 유출 없는

일본의 치바현 일본에서는 택지개발의 배수계획을 세울 때 우선 개발지구로부터 유출량을 계산하고, 계획 강우 및 하류 하천의 유하 능력이 허용 방류량 이상일 경우 조정언못을 설치하게 되어 있다.(치바현, 2005) 치바현 빗물배수계획의 원칙은 다음 두 가지 사항으로 압축할 수 있다.

- ① 빗물 배수계획에 사용할 설계 강우는 지역마다 설정한 확률강우 강도(50년 빈도)를 이용하고 설계 강우 분포는 후방집중형으로 강우 지속시간은 24시간으로 작성한다.
- ② 개발 지구로부터의 허용 방류량은 하류 하천의 유하 능력에 대응하여 설정하는 것을 원칙으로 하며 최소 0.025m³/s/ha로 정한다.



따라서 50년의 확률강우를 따져보면 개발지구로부터 0.025m³/s/ha 이상의 유량이 발생할 경우 조정연못을 설치하거나 빗물 유출을 저감할 수 있는 빗물 저장 및 침투 시설을 설치해야 한다. 침투시설의 도입은 조정연못의 용량 축소에 큰 힘이 되어 토지의 효율적 활용을 가능하게 한다.

차바현 야치요시 택지개발지구(면적 2,904m²)의 16개 구획은 조정연못 대신 빗물저장조(세대당 7.0m³)를 설치하고 저장조 용량보다 많은 강우가 내릴 때에는 빗물을 흘려보내 침투되도록 저장조와 침투시설을 함께 설치했다. 저장된 빗물은 화장실 세정용수와 조경용수로 재사용하도록 계획했으며, 도로·주차장 등의 아스팔트 포장면에서 흘러오는 빗물 역시 처리와 함께 침투될 수 있도록 계획했다.

현장에서는 강우량, 유입량, 저장량, 침투량을 24시간 지속적으로 자동 계측했다. 그 결과 개발에 의해 토지의 대부분이 포장되었음에도 부지 밖으로 유출되는 빗물이 전혀 없었다. 전체 강우량 중 약 70% 정도가 침투되었으며 나머지 30%는 화장실 용수로 이용되어 절수에도 큰 효과가 있었다. 최적의 시스템을 위해서는 저장조 용량과 침투시설의 적정 배치가 중요한 요인임을 알 수 있다. 택지개발지구의 16개 구획 중 1개 구획에서의 강우측정 자료를 통한 유출저감 효과를 나타냈다.(그림 7) 단순 계산 결과(95.37m³×16구획) 1년간 1,525.92m³의 빗물을 부지 밖으로 유출시키지 않고 재이용한 것이다.

빗물관리를 통한

도시 환경 개선

빗물관리에는 다양한 기술과 방안들이 적용될 수 있다. 도시 표면의 많은 부분을 차지하는 옥상면에 녹지를 조성함으로써 도시 생태계를 복원하고 하수 유출을 줄이며 미기후를 조절하여 냉·난방에너지 절감의 효과도 이끌어낼 수 있다. 또한 도로에 물을 뿌려주는 클린로드 사업을 통해 미세먼지를 줄이고 도시의 열섬현상을 저감시키는 효과를 볼 수도 있다. 마지막으로 빗물 이외에도 저농도 하수를 재활용하여 삭막한 도시 내에 다양한 비오톱을 조성하는 방안도 강구해 볼 수 있다.

전 세계적으로 기후변화와 도시화 그리고 에너지 자원의 고갈

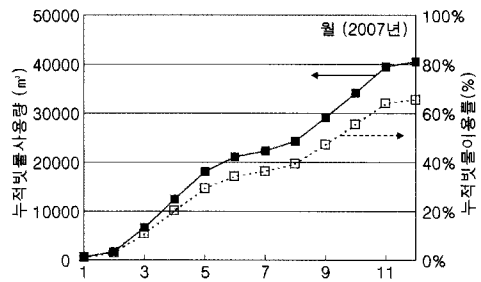


그림 6 스타시티 빗물이용시설의 빗물이용량 및 빗물이용률

일시	강우량 (mm)	강우지속시간 (hr)	강우발생 (m ³)	외부유출량 (m ³)	저감효과 (%)
2001 11.10	122	18	15.13	0	100
2003 8.14	156	47	12.86	0	100
2003 총강우	1,156		95.37	0	100

그림 7 강우측정 및 유출저감 효과 (1개 구획)

에 의해 도시의 물관리시스템은 많은 도전에 직면해 있다. 이러한 도전을 극복하고 해결책을 도출하기 위해서는 많은 시간과 비용이 소요된다. 그러므로 최근 물관리의 새로운 화두인 분산형 물관리 시설의 확대를 위해 자발적 참여가 가능하도록 제도적, 기술적인 뒷받침이 절실하다. 새로운 도시의 물관리를 위해서는 안전성 확보, 효율성 증대, 에너지 절감, 비산먼지 저감, 열섬현상 대책 등이 고려되어야 하며 이를 위해 가이드라인이나 지침을 제정하고 실행을 위한 인센티브 제도가 도입되어야 한다.

우리는 세계 최초로 다목적 물관리시스템을 성공적으로 채택하고 다양한 기술들을 개발해 왔다. 이러한 자부심을 바탕으로 창의력과 최신 기술을 접목시켜 우리나라의 물관리 기술이 '세계 최고 수준'에 이르도록 하자(From the first user, to the best user). 또한 이에 그치지 않고 새로운 패러다임에 의한 물관리시스템의 장점과 우수성을 외국에도 전하여 전 세계 인류를 위한 흥익인간의 정신을 바탕으로 세계적인 물문제를 해결하는 데 큰 역할을 담당해야 할 것이다. ☺