

지속가능한 물순환을 위한 빗물 활용 방안

머리말

14세기 무렵의 대항해 시대로부터 전세계적 서양 문물의 확산이 본격적으로 시작되었으며, 이러한 흐름은 19세기 산업 혁명을 통해 서양 문명의 경제적, 과학기술적 우위를 확고히 하며 가속화되었다. 이후, 동서양을 막론하고 도시화·현대화로의 개발 양상은 다분히 서양 문명 위주로 진행되어 왔다. 서양 문명은 서양의 사상과 철학의 역사로부터 정립된 인간중심적 세계관에 기반하며, 인간과 자연을 구분하고 자연을 인간 생활을 위한 보조적인 수단으로 취급할 수 있는 길을 열어줌으로써 현대 사회의 개발과정에서 다양한 환경문제들이 발생하는 근본 원인으로 지적되기도 한다. 그럼에도 불구하고, 현대사회의 발전과 맥을 같이 한 서양 문명은 지속적인 과학기술의 발전에 힘입어 우리 생활에 지대한 영향을 끼치고 있다. 상하수도, 전기, 교통, 통신 등 인간생활에 필요한 기능을 적절히 배치하여 편의성과 실용성을 강조한 도시의 설계는 표준화된 현대 서양 문명의 한 단면이며, 4차 산업 혁명의 물결 속에 21세기를 살아가는 우리는 이로 인한 혜택을 더 많이 누리며 살아가기 위해 힘쓰고 있다. 그러나, 자율주행차량에게 사고의 과실을 묻기가 어려운 것처럼 실상 서양 문명이 꽃피운 첨단과학기술 자체는 중립적이며, 이를 사용하는 인간의 목적과 의도에 따라 인류와 지구가 직면한 문제의 해결방식은 달라질 것이다. 2020년 코로나 바이러스의 확산과 이로 인한 예상치 못한 것

가지 제약과 변화들은 고도의 과학기술 문명 속에서도 한낱 미물 앞에서 무력해지는 인류의 모습을 돌아보게 하였으며, 이는 인류를 향한 경고의 메시지처럼 다가온다. 결국 현재 직면한 문제들을 해결하고 지속가능한 미래로 나아가기 위해서는 우리가 누리고 있는 과학기술 문명의 이기를 올바르게 활용할 수 있도록 인간의 가치관과 사상의 기반을 점검하는 것이 필요하다. 서양 문명, 즉 인간중심적 세계관이 고도의 과학기술 시대로 이끄는 원동력이 되었다면, 이제에는 이를 보완하고 방향을 잡아줄 수 있는 자연친화적이면서 전지구적인 사고방식에 기반한 동양 문명에서 미래 사회로 나아갈 방향성을 점검해 볼 필요가 있다. 인간 중심의 서양 문명과 자연친화적 동양 문명이 상호보완적으로 미래 사회를 이끌어가는 동력이 되는 방안을 적극적으로 고려해 보아야 할 시점이다.

건전한 물순환

우주에서 바라보면 푸른 별로 보이는 지구는 인체의 수분 비율과도 비슷한 3분의 2가 물로 덮여 있으며, 그 물은 인간을 포함한 수많은 생명체의 활동을 영위할 수 있도록 지속적으로 순환이 되고 있다. 지구 자체는 다양한 원소들로 구성된 물질이지만, 물질과 에너지 순환의 측면에서 바라보면 지구는 생명 활동을 지원하고 협력하는 거대한 질서 체계를 유지하고 있다. 지구상의 수자원 중 2.5% 가량이 담수이며, 이 중 1% 남짓 되

지 않는 부분을 인류가 사용하고 있어 사용량이 매우 미미해 보일 수 있다. 그럼에도 현 세대가 직면한 전지구적 기후변화와 이로 인한 이상기후사례와 같이 자연계의 질서가 균형을 잃는 상황은 인류의 발전사와 함께 진행되어 왔으며, 이러한 관점에서 인간의 활동은 전체적인 지구 상의 자연 질서의 조화를 이루어 나가는 것이 바람직하다. 자연의 질서는 인간의 개입 없이 유지될 수 있으며, 그 중에서도 물의 순환은 때를 따라 이동하고 저장됨으로써 생명체들이 적절히 사용할 수 있게 디자인되었다. 그러나, 도시화·현대화 과정에서 불투수층의 증가, 지하공간의 개발 등으로 물순환이 인위적으로 조정되었고, 이로 인해 발생하는 지하 수위 변동, 하천 건천화 등 물순환의 불균형은 기후 변화를 일으키는 원인으로 지목되고 있다. 또한 강우의 결과로 발생하는 침투, 저장, 유출 간의 균형이 무너지면 홍수, 산사태 등의 재난으로 이어질 우려가 있다.

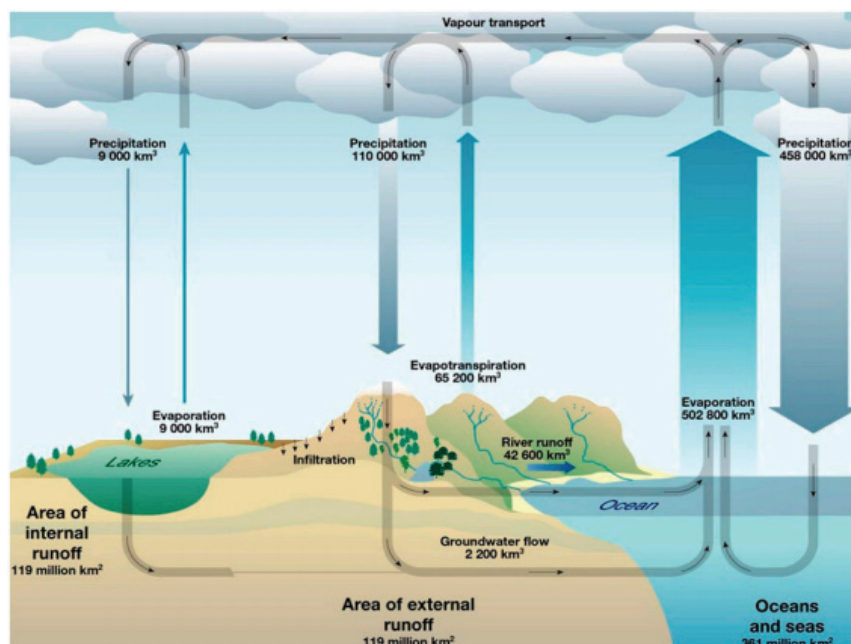
도시에서의 물관리는 대개 인간 생활의 편의에 맞춰져 있어 인위적인 물순환을 발생시키며, 특히 물순환의 한 축을 담당하는 강우에 대해서는 활용방안을 모색하기보다 효율적인 배제방식을 도입하는 경우가 대부분이다. 예를 들어, 우수 관로 및 빗물펌프장의 건설을 통해 강우를 신속하게 하수처리장 또

는 하류 수계로 이동시켜 지중 침투 및 지하수 저장으로 가야 할 상당 분량의 물이 하천과 해양으로 빠져나가게 된다. 동시에 인구 증가로 인한 지하수 사용량의 증가로 지중에 저장되어야 할 물의 양은 점점 손실되고 있으며, 이로 인해 축축한 스펀지와 같이 유지되어야 할 지구의 지표층은 건조해지고 물순환의 경로에서 점점 배제되어 가고 있는 현실이다. 전지구적 관점에서 이러한 물순환의 경로 변환은 지속가능한 미래 사회로 진입하는데 장애물이 될 수 있다는 점을 간과해서는 안 된다.

2019년 물관리 기본법, 2020년 저탄소 녹색성장 기본법의 시행 등은 최근 건전한 물순환에 대한 높아진 우리 사회의 인식을 반영하고 있으며, 적극적인 빗물관리에 대한 향후 수요 역시 증가할 것으로 예상된다. 따라서 빗물관리의 현황을 살펴보고, 현 정부의 그린뉴딜 정책에 부합하는 물순환도시 인프라 건설을 위한 빗물관리 방안을 생각해 보고자 한다.

빗물 관리 시설

비가 오면 우산을 쓰고 비를 피하기에 급급한 모습으로 살다 보면 빗물은 피하고 신속히 처리해야 할 대상이라는 인식이 은



[그림 1] 전지구적 물순환 모식도 (UNEP, 2008)

연 중에 형성되었는지 모른다. 하지만 빗물 관리를 위해서는 빗물을 하폐수와 같은 배제대상으로 취급하는 대신 활용해야 하는 대상으로 인식이 전환되어야 한다. 현대 사회에서 빗물을 이용하기 위해서는 집수, 저류, 처리 및 공급 시설이 뒷받침되어야 하며, 주로 빗물저류시설과 빗물이용시설로 구분하고 있다. 빗물을 저장하는 방법으로는 자연적인 물순환 경로를 따라 저장하는 방법(식생체류, 저영향개발 등)과 인위적인 저장 시설을 설치하는 방법(빗물저금통, 지붕빗물시설 등)이 있다.

빗물 이용은 개별적인 건축물 또는 시설 단위에서 수행이 되어 왔으나, 최근에는 빗물 이용 마을 조성사업을 통해 마을 단위의 빗물 이용방안을 마련해 가는 추세이다. 빗물 이용 분야의 대표적인 분야는 다음과 같다.

1) 도서지역 생활용수 공급

도서지역은 전통적으로 생활용수로 빗물을 사용해 왔으며, 최근 들어 빗물이용시설의 발전 및 확충으로 보다 원활한 물수요 공급 대안으로 자리잡고 있다. 예를 들어, 추자도는 행정적으로 제주도에 속해 있으나, 전라남도와 제주도 사이에 위치해 있어 상대적으로 중앙 상수 공급이 어려운 고립된 지리적인 여건에 있다. 다른 도서지역과 마찬가지로 생활용수 공급원의 하나로 빗물을 활용해 왔으며, 보다 원활한 급수체제를 위해

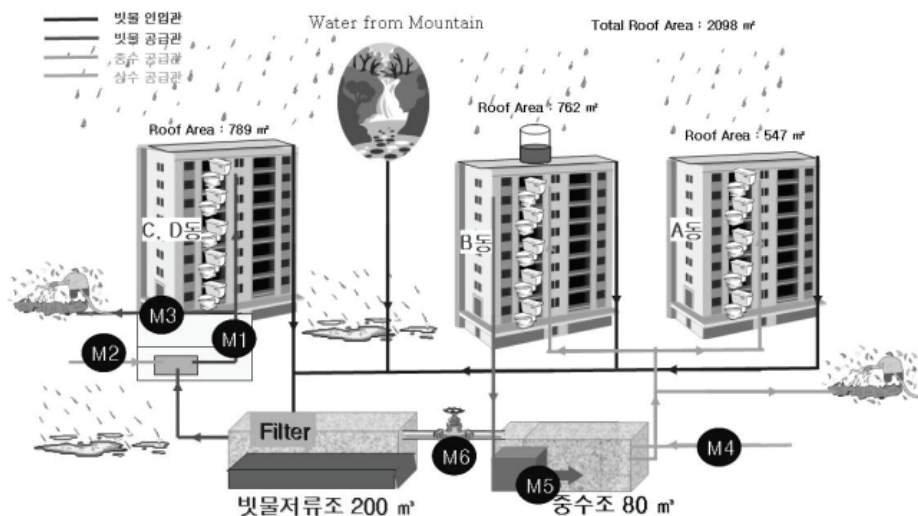
2012년 빗물을 이용한 고도정수시설 1000톤을 설치 완료하였다. 빗물의 수처리 시설로는 스크린, 멤브레인 등의 여과시설과 오존, UV, 염소 등 소독시설이 대표적이며, 수요처에 공급되는 수질 조건에 부합하는 공정의 조합으로 구성되어 있다.

2) 화장실 및 조경용수

공공장소에 운영되는 화장실은 지역적으로 산재되어 있으면서 물수요량이 많지 않아 대표적인 빗물 활용 분야로 볼 수 있다. 빗물과 중수도의 통합 운영에 기반한 공중 화장실의 물공급은 현재 실행 중이며, 이는 저개발국가에도 신속한 도입이 가능한 시스템이라고 볼 수 있다. 서울대 기숙사의 경우, 2003년 준공 이후 200톤 규모의 빗물저류조를 활용하여 집수한 빗물을 화장실 용수로 사용하고 있다. 또한 서울숲 공원은 270톤 용량의 빗물저류탱크를 갖추어 전량 조경 용수로 활용하여 상수도 사용량을 절감하는 등 공공시설 및 아파트, 공동주택에서 조경용수로의 활용 역시 빗물이용에 활발히 적용된 분야이다.

3) 소방용수

화재는 전국단위로 발생하는 예측 불가한 재해로 인명·재산 피해를 최소화하기 위해 신속한 화재 진압이 필수적이다.



[그림 2] 서울대 기숙사 빗물이용시설 (한무영, 2004)

국내에 설치된 빗물이용시설은 빗물이용 소화전, 스프링클러 등 소방력 증대를 위한 수단으로도 활용이 가능하도록 되어 있다(구동욱 외, 2012). 또한 소방용수 수요가 높은 소방관서 내 빗물저류시설을 설치하여 집수된 빗물을 소방차량에 적재함으로써 빗물의 소방용수 활용도를 높일 수 있다. 산불 또는 건물 밀집지역 화재 등 초동 진화 작업이 매우 중요하나 소방차량의 진입이 어려운 장소에는 평상시 소방 활용에 유효한 빗물저류 시설 확충의 필요성이 꾸준히 제기되고 있다. 전세계적으로 산불과 홍수로 인한 재해가 빈번해지는 기후변화시대에 방재 목적으로의 빗물 활용은 점차 확대될 것으로 예상된다.

빗물 관련 최근 연구 사례

빗물 이용에 대한 다양한 학문적 접근 방법들이 제안되고 있어, 이번 이슈레터를 통하여 몇 가지 예시를 소개하고자 한다.

1) 미국 뉴욕 지역의 건물 옥상을 이용한 빗물 회수 전략과 그에 따른 비용 분석 연구

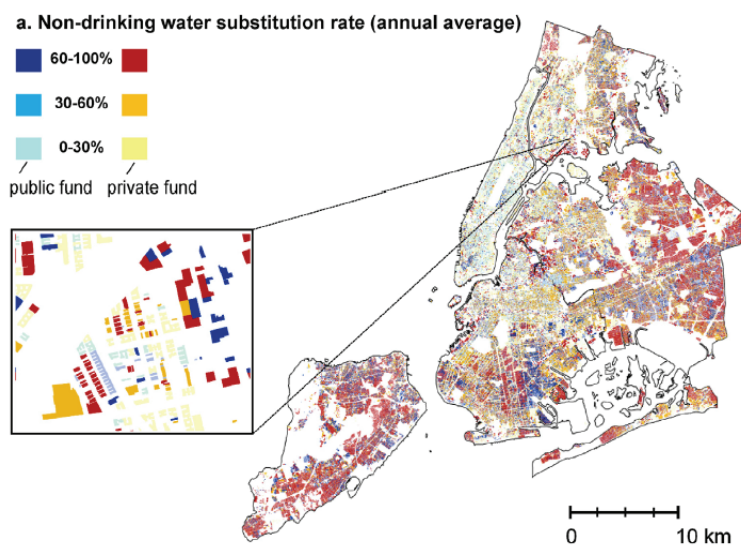
빗물의 활용 방법을 빗물 저장 용량, 비용과 편익 수준 그리고 민간과 공공 재원이 다양하게 적용되었을 때를 가정하여,

미국 뉴욕 지역에서의 비음용수 대체율을 ArcGIS 기반의 툴을 이용하여 분석한 연구가 최근 Water Research 지에 소개되었다(S. van Dijk et al., Water Research 184 (2020) 116063).

이 연구에서는 뉴욕 지역의 다양한 건물들을 (약 100만개) 주거용 건물(다가구(17.9%), 단독(71.0%) 및 주상복합(5.1%)), 공공 및 개별 사무용 건물, 여가 목적 건물, 의료용 건물, 숙박업소, 요양시설, 산업지역, 교육용 시설, 상가의 12 가지로 구분하였다.

각 건물 별로 비음용 물 수요에 대한 모델을 제안하였으며, 해당 모델을 바탕으로 각 건물별로 비음용 물 수요를 계산하였다. 또한, 각 건물에 대한 지붕 면적을 조사하여, 빗물 수집 가능량을 계산하였다. 최종적으로 각 건물별 물 수요로 빗물 수집 가능량을 나누어 물 절약 효율도 도출하였다. 또한, 빗물 수집 및 활용 시설의 수명을 20년으로 보고 이에 대한 비용 분석을 수행하였다.

이 연구에서는 S1-S7의 7가지 적용 시나리오에 대하여 비용편익분석을 실시하였다. S1과 S2는 모두 공공예산을 투입하는 방식이었으나, 이 연구에서는 수익성이 높은 부분($B/C > 1.5$)을 민간에서 부담하게 하고 나머지만을 공공예산을 투입하는 다양한 시나리오(S3-S6)를 구성하였으며, S7의 경우는



[그림 3] S6 시나리오를 적용했을 때의 뉴욕시 건물 옥상에서 빗물 집수 시 비음용수 수요 대체율 예측 결과 (S. van Dijk et al., Water Research 184 (2020) 116063)

100% 민간 예산을 적용하는 시나리오로 설정하였다.

전체 건물들에 대하여 편익(benefit: B)과 비용(cost: C)의 비율(B/C)을 분석한 결과, S1 시나리오(빗물 활용량을 최대화, 최대 물 사용 예측량의 90%에 해당하는 빗물 저장 탱크 설치)에 비하여 S2 시나리오(비용대비 편익을 최대화, 기존 연구 결과에 따른 빗물 저장 탱크 설치)를 적용하였을 때, B/C가 1.5 이상인 경우의 수가 증가하는 경향을 보였다.

약 100만개의 뉴욕시의 건물 옥상을 빗물 수집 방법으로 활용하는 경우, S1 시나리오의 경우 뉴욕시 전체의 33%의 비음 용수 수요(연간 130,000,000 m³)를 감당할 수 있는 것으로 나타났다. 또한, S1에서 S7로 갈수록 빗물을 이용한 뉴욕시 전체의 물 공급 대체율이 33%에서 15%까지 감소하였다.

이 연구에서는 적절한 공공-민간 협력(public-private partnerships (PPP))의 최적 조건을 제시하지는 않았으나, 최적 조건을 찾을 수 있는 톨로서 이런 연구 방법론을 적용할 수 있음을 밝혔다. 그리고 그 중 공공-민간 재원이 함께 적용된 S6 시나리오에 대하여 빗물 수집 및 활용을 위하여 미국 뉴욕 지역의 건물들의 옥상을 집수 방안으로 활용하였을 때, 빗물을 활용할 수 있는 지역을 아래 그림과 같이 도시하였다.

2) 강수량 자료가 부족한 지역의 지붕을 이용한 빗물 회수 가능량 정량화

Chapa 등은 개발도상국의 도시지역이 물 부족을 겪음에 따라 빗물 활용 수요가 증가되고 있으나, 지붕을 이용한 빗물 회수 방안의 편익을 평가할 방법이 부족하다는 점에 착안하여, 위성 자료를 바탕으로 지역 및 광역 규모의 빗물 회수율 예측 결과를 도출하고 Resources, Conservation & Recycling 지에 최근 게재하였다(F. Chapa, et al., Resources, Conservation & Recycling 161 (2020) 104959).

남미의 에콰도르에는 몬순, 사바나, 사막, 지중해성, 해양성 등 다양한 기후가 나타나고 있다. 따라서, 지역별로 연간 강수량이 37-437 mm인 지역부터 3639.2-6055.8 mm인 지역까지 매우 넓은 분포를 가지고 있다. 국가 단위의 광역 빗물 조

사를 위하여 TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) 3B42V7 위성으로 확보한 17년간(1999-2015)의 강수량 정보를 이용하여 분석을 수행하였다. 호주 연구 사례의 경우, 10 또는 50년 자료를 활용할 때에는 예측 결과에 큰 결과의 차이가 없었으며, 1년 자료만 사용하였을 때는 예측 값의 차이가 크게 나타났다. 이탈리아의 사례의 경우, 30년 강수량 자료를 활용하였는데, 빗물 회수량을 예측하는데 충분하였다고 보고되고 있다. 상세하게는 빗물 저장 탱크에 저장되어 활용된 용량과 빗물 저장 용량 이상 강우가 내려 유출된 용량을 바탕으로 물질 수지 분석이 수행되었다.

지역적 및 계절적 강수량 결과를 바탕으로 에콰도르 지역의 강수 패턴을 4가지로 구분하였으며, 그 강수 패턴에 따른 빗물 수요량과 비교하였다. 강수량이 많고 계절적 차이가 적은 지역의 경우, 빗물 저장 탱크 크기가 크지 않아도 많은 양의 빗물 수요에 대응할 수 있었으나, 강수량이 적거나 계절적 차이가 큰 곳에서는 빗물 수요에 안정적으로 대응하기 위해서는 빗물 저장 탱크의 필요량이 급격하게 증가되는 것으로 나타났다.

에콰도르에서는 회수된 빗물이 생활용수나 농업용수뿐만 아니라 공공 관리자의 책임하에 사용이 허가되어 있기 때문에, 개인적으로 전용하는 빗물 이용량에 대해서는 알 수 없는 실정이다. 국가 물 위원회(National Water Authority)에서 물 저장 용량을 최대화하기 위한 제도 확보에 책임이 있으나, 아직까지 어떤 가이드라인도 제안된 바가 없는 실정이며, 건조한 지역에서 40,000 가구 이상이 빗물을 유일한 수자원으로 활용하고 있는 형편이다. 물 산업 분야에서 빗물 회수 기술을 적용하는 사례가 증가되고 있으나, 서로 다른 공간적 크기에 대한 규정 없이 실행되고 있어 개선이 필요하다. 에콰도르 내에서 빗물 활용 잠재능이 가장 높을 것으로 기대되는 지역은 아마존 지역으로 예측되었으며, 빗물 저장 탱크가 작더라도 충분한 물 공급이 가능한 것으로 나타났다.

3) 빗물 회수 시설을 홍수 대비 시설로 활용

Tamagnone 등은 기후변화에 따른 대응 기술로서 빗물 회

[표 1] 연구에 사용된 micro-catchment rainwater harvesting techniques (P. Tamagnone, et al., Journal of Hydrology 586 (2020) 124880)

Technical specification and pictures of the analyzed MC-RWHT (source: WOCAT, 2019).

	Width/diameter (m)	Length (m)	Area (m ²)	Depth (m)	Excavation Volume (m ³)	Spacing between structures (m)	Vertical interval between structures(m)	N° of structures per hectare (n/ha)
Half-moons(1)	4	–	6.32	0.3	1.9	3.5	2	350
Planting pits(2)	0.3	–	0.13	0.2	0.03	1	1	5180
Hand-dug trenches (3)	0.6	3.5	2.1	0.6	1.11	4	3.4	365
Vallerani trenches(4)	0.5	4	1.57	0.4	0.63	1.6	5.6	325





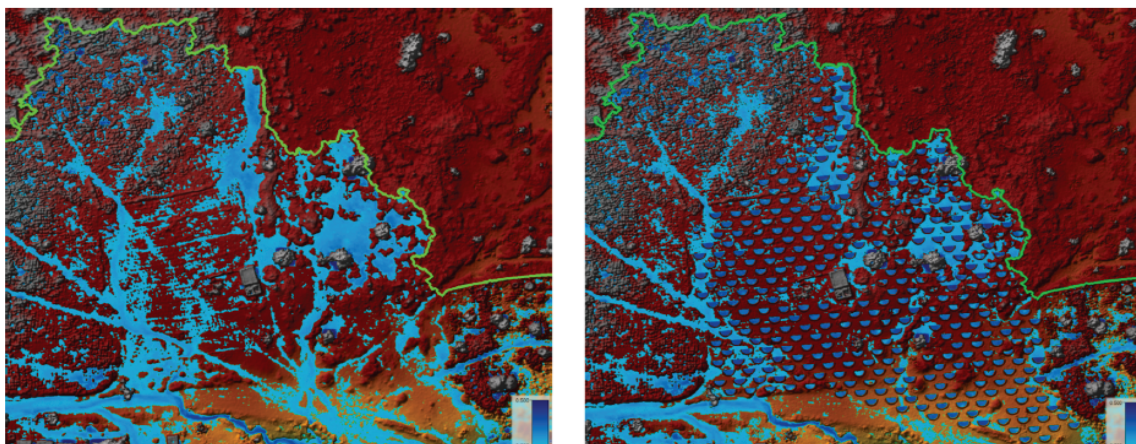

수 기술(Rainwater Harvesting Techniques, RWHT)이 홍수 저감 기술로 활용할 수 있는지를 평가하였으며, 그 내용을 Journal of Hydrology에 최근 게재하였다(P. Tamagnone, et al., Journal of Hydrology 586 (2020) 124880).

이 연구에서는 빗물 회수 기술의 특징과 인공적으로 설정된 지형 정보 그리고 우량주상도 정보를 바탕으로 개념적인 수리학적 모델을 개발하였다. 개발된 모델을 바탕으로 빗물 회수 기술의 성능을 평가한 뒤, 수리학적 모델을 실제 지형도와 2012년 8월의 강수량 자료를 바탕으로 홍수 저감 정도를 평가해 보았다.

연구 대상지역은 아프리카의 사하라 사막과 아래 인근 지역으로 연간 강수량이 0~3063 mm까지 다양하게 분포하는 지역이다. 이 지역에서는 대표적으로 아래 그림과 같이 4가지 중

류의 micro-catchment RWHT (MIC-RWHT) 기법을 이용하여 빗물을 회수하여 활용하고 있다. MIC-RWHT를 직선 형태로 배치한 경우와 구불구불하게 배치한 경우와 두가지 서로 다른 강우 강도를 변수로 하여 그 때의 빗물 회수 및 홍수 저감에 대한 성능 평가를 수행하였다.

수리학적 모델은 강수량과 강수 강도를 바탕으로 구성되었으며, HEC-RAS v5.0.6 (Hydrologic engineering center-River analysis system) 프로그램을 이용하여 수리학적 분석을 수행하였다. MIC-RWHT에 대하여 수리학적 성능 평가를 개념 모델 기반의 flow peak reduction (FPR)의 값을 도출하여 평지의 FPR 값과의 비교 연구를 수행하였을 때, 강우 강도의 다음에 상관없이 구불구불하게 배치한 Half-moon 형태의 RWHT 시스템이 가장 좋은 FPR (70%)을 보였다.



[그림 4] 실제 모사 실험 대상지의 지표 정보(왼쪽)와 Half-moon 형태의 빗물 회수 시설을 설치되었을 때의 수정된 지표 정보(오른쪽) (P. Tamagnone, et al., Journal of Hydrology 586 (2020) 124880)

Planting pits 방식의 경우, 일정 수준의 강수량에 대해서는 비슷한 FPR (68%) 값을 보였으나, 많은 강수량에서는 FPR 값이 20~23%로 급격히 감소하는 것으로 확인되어, 강수량에 따라서 RWHT의 성능이 다를 수 있음을 확인하였다.

위의 개념 모델링을 통하여 가장 좋은 결과를 나타낸 Half-moon 형태의 RWHT를 실제 지표에 적용한 뒤, 위의 서로 다른 강수량 이벤트 정보와 2012년 8월 6일의 강수 결과를 바탕으로 모델링을 다시 수행하였다(그림 4). 그 결과 세 경우 모두 Half-moon 형태의 RWHT가 적용된 경우에 유출량이 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 따라서, Half-moon 형태의 빗물 회수 시설을 설치하는 경우, 빗물 회수 효과와 홍수 저감 효과를 모두 확보할 수 있음을 확인할 수 있었다.

지속가능한 빗물 이용을 위한 고려사항

빗물이용시설의 설치 및 이용에 관한 제도적 지원이 확대될 것으로 예상되나 현실적인 운영에 있어서는 짚고 넘어가야 할 부분이 여전히 남아 있는 현실이다. 이와 관련하여 현재 빗물 이용시설 관련 문제점 및 개선 방안을 몇 가지로 정리해 보면 다음과 같다.

1) 실수요 기반 빗물이용시설 운영

현재까지의 빗물이용시설은 장기적인 운영을 목표로 하기보다는 시범사업의 성격으로 설치되었으며, 이에 향후 빗물이용시설의 건설은 실수요에 기반하여 진행할 필요가 있다. 이를테면, 연간 강수량이 일정하고 수원으로부터 상수 공급이 어려운 지역에 물수요량과 가능한 강우집수량을 파악하여 설치 여부를 결정할 필요가 있다. 어린이 보육시설 및 초중고교에는 교육적 활용도를 높일 수 있는 여건을 감안하여 우선적으로 빗물이용시설의 설치를 고려해 볼 수 있으며, 단순 저류, 조정 및 청소용수 활용을 넘어 학생들에게 다양한 빗물의 활용을 통한 건전한 물순환 과정을 소개할 수 있는 홍보 및 수업의 장으로 활용할 수 있도록 해야 한다.

2) 구체적인 유지 관리 방안 준수

빗물이용시설의 설치 후 관리 소홀로 방치되는 경우가 종종 있어, 빗물이용시설 이행강제금을 부과 또는 운영보조금 지급 등의 강제성을 부여할 방안 마련도 생각해 볼 필요가 있다. 장기적인 빗물이용시설의 운영을 위해서는 빗물의 장기저장에 따른 미생물 번식을 방지하고 침전형 시설의 주기적인 퇴적물 제거 및 저류조의 주기적인 세척 등에 관한 유지 관리 방안 마련이 필요하다. 환경부에서 발간한 빗물이용시설 설치·관리 가이드 북(환경부, 2010)에 구체적인 빗물이용시설의 유지 관리 체크리스트가 제시되어 있으며 이를 기반으로 항목별 점검주기를 선정하여 지속적인 점검 업무를 담당할 수 있는 인력을 배치해야 한다.

3) 관련 건설 업종의 활성화 방안

빗물이용시설의 확대는 상수도 이용의 저감으로 이어질 수 있어 상수도 관련 건설업의 불황을 우려하는 목소리도 있다. 분산형 물공급 시스템이자 기후변화 저감을 위한 건전한 물순환의 관점에서 빗물이용시설을 바라볼 필요가 있으며, 향후 이와 같은 시설에 대한 수요 증가 예상되는 바이다. 현재 우리나라에는 물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률에 의해 대규모 점포와 같은 일정규모 이상의 건축물에 대한 빗물이용시설의 설치가 의무화되어 있으며, 이러한 시설을 설치·운영하는 경우 정부 및 지자체에서 설치비 일부를 보조하거나 수도요금 또는 하수도 사용료를 경감시키는 방안이 마련되어 있다. 향후 빗물이용시설에 대한 의무적 설치대상의 확대 및 설치·운영비를 지원할 수 있는 법률적 근거 마련 등이 예상되며, 건설 업계에서도 이에 대비할 필요가 있을 것으로 판단된다.

4) 도심 지하공간의 개발과의 조화

빗물이용시설은 건전한 물순환을 목표로 하기에 건설 개발 논리와 상충되는 부분이 있다. 각종 간선도로의 지하화, 대규모 지하공동원 개발 등 지하공간을 활용하기 위한 방안들이 논의되는 현실을 감안할 때, 빗물저류시설의 지하 공간 투입은

자연스럽게 진행될 수 있는 부분이다. 하지만 지하공간의 확장은 물순환을 저해하는 요소로 작용할 수 있어 고속도로 상의 생태통로와 같이 지하에서도 물길을 원활하게 유지할 수 있는 방안으로 빗물저류시설을 활용할 수 있는 방안을 고려할 필요가 있다.

맺음말

빗물을 버리지 않고 활용하는 시설들은 꾸준히 설치가 되고 있으며 앞으로도 계속될 것으로 예상된다. 지속가능한 유지관리 전략을 접목하여 빗물을 이용한 지역에서의 환경적, 경제적 효과를 관측하고 이를 홍보하여 많은 사람들의 관심과 향후 물 사용에 관한 인식의 전환을 이끌어 낼 필요가 있다. 자연질서의 회복을 추구하는 것이 궁극적인 환경 공학의 지향점이 되어야 하며, 빗물 활용 방안을 적극 고려하는 것이 물관리 일원화에 부합하면서 코로나 이후 침체된 국내 경제 활성화를 위한 그린뉴딜의 발판으로 삼을 수 있는 방안으로 제안하는 바이다. 인간의 과학기술이 자연정화와 복원력보다 우월하지만은 않다는 겸허한 마음으로 지속가능한 사회를 위한 가치관의 형성과

이에 기반한 방안 마련에 노력을 기울여야 할 때이다.

참고문헌

- 구동욱, 신호준, 백민호, 빗물의 소방용수 이용에 관한 연구, 한국방재학회논문집 12 (2012), 151-158
- 한무영, 서울대 기숙사 빗물 이용시설 운전 사례 중간보고, 대한토목학회지 52.8 (2004), 42-48
- 환경부, 빗물이용시설 설치·관리 가이드 북, 세종: 환경부 (2010)
- F. Chapa, M. Krauss, J. Hack, A multi-parameter method to quantify the potential of roof rainwater harvesting at regional levels in areas with limited rainfall data, Resources, Conservation and Recycling 161 (2020) 104959
- P. Tamagnone, E. Comino, M. Rosso, Rainwater harvesting techniques as an adaptation strategy for flood mitigation, Journal of Hydrology (2020) 124880
- UNEP, Vital Water Graphics: An overview of the state of the world's fresh and marine waters (2008)
- S. van Dijk, Amanda W. Lounsbury, Arjen Y. Hoekstra, Ranran Wang, Strategic design and finance of rainwater harvesting to cost-effectively meet large-scale urban water infrastructure needs, Water Research 184 (2020) 116063

한국물환경학회-대한상하수도학회 통합 미래위원회

위원장 | 남경필, 최용주

위 원 | 권세윤, 김민철, 김상현, 김우열, 김연주, 김영모, 김은주, 김이중, 김정원, 김지혜, 김형일, 박성직, 박제량, 박주영, 박찬혁, 배성준, 배효관, 송재민, 신승구, 윤석환, 이윤호, 이재상, 이창하, 이태권, 정석희, 정성필, 조강우, 조경진, 조은혜, 최용주, 최정권, 한창석

Water4FutureCity 2020년 5호

※ 이번 2020년 5호는 홍익대학교 김이중 교수, 한국과학기술연구원 정성필 박사가 집필하였습니다.

한국물환경학회 서울특별시 종로구 삼봉로 81 두산위브 파빌리온 1137호

Tel. 02-389-4250 | Fax. 02-385-3702 | E-mail. kswe@kswe.org

대한상하수도학회 서울특별시 강남구 광평로 280 로즈데일빌딩 1323호

Tel. 02-507-1170 | Fax. 02-502-1170 | E-mail. kswwww@kswww.or.kr

※ 본 이슈레터는 2019년 1호부터 한국물환경학회와 대한상하수도학회가 공동으로 운영하는 통합 미래위원회에서 발간합니다.