

요 약 문

I. 제목

부산광역시 LID 시설 중 지붕빗물이용시설의 신뢰도 평가 모델 개발 및 적용방안 연구

II. 연구의 목적 및 필요성

- 무계획적인 개발, 도시지역의 확대, 도로포장 보급 등으로 인하여 자연적인 물순환이 왜곡되고 있음.
 - 시가지의 확대 및 고밀도화에 따라 불투수지역의 확대, 배수시스템의 변화, 하천범람원의 시가화, 식물·생물의 서식처의 감소 등이 발생하고 기저유량 감소, 홍수 시의 침투유량 증대와 유출시간의 단축에 의한 도시형 홍수피해의 증가, 생태계의 변화 등의 여러 가지 악영향이 나타나고 있음.
- 기후변화로 인한 가뭄빈발과 수질오염으로 사용가능한 깨끗한 물이 줄어들면서 향후 물 부족 문제가 심화될 가능성이 존재함.
 - 우리나라의 연평균 강수량은 세계 평균 강수량보다 높지만 높은 인구밀도로 인하여 1인당 강수량(연 2,591㎥)이 세계 평균의 약 1/8수준이고, 특히 하천 취수율이 36%로 물에 관한 스트레스가 높은 국가군에 속하여 가뭄시 물이용에 취약한 실정(환경부, 2011)
- 이를 문제점을 극복하고자 LID(Low Impact Development)개념의 도시 물 순환 관리에 대한 연구가 세계적으로 매우 큰 관심을 받게 되었음.
 - 그 중에서도 빗물이용시설은 갈수지역에 용수를 공급하거나 도시 내 강우유출수를 저감시키고 낭비되는 빗물을 재사용하기 위한 용도로 주목받고 있으며, 이를 통하여 지속적이고 효율적으로 도시 수자원을 관리할 수 있을 것임.
 - 특히 지붕·옥상면의 유출수를 집수하여 이용하는 지붕빗물이용시설의 경우 별다른 처리 없이도 양호한 수질의 빗물을 얻을 수 있기 때문에 더욱 다양한 용도로 활용될 수 있을것으로 기대됨.
- 그러나 국내의 경우 빗물이용에 관한 연구가 아직 미비한 실정이며 빗물이용시설을 설치하였을 때의 신뢰도에 대한 연구, 즉 특정지역의 빗물이용시설이 해당 지

역의 물수요량을 충족시킬 수 있는가에 대한 연구는 전무함.

- 빗물이용시설의 신뢰도 평가는 특정지역의 강우특성, 물이용 특성, 주거특성 등을 반영하여 빗물이용시설의 최적 용량과 설계 기준에 대한 정량적 결과를 제시할 수 있으며, 이를 통하여 추후 최적의 빗물이용시설을 설계하기 위해 필요한 정보를 제공할 수 있다는 점에서 그 필요성이 높다고 할 수 있음.
- 본 연구의 목적은 다음과 같음
 - 지붕빗물이용시설의 신뢰도를 평가모델 개발
 - 시범구역에의 신뢰도 평가모델 적용
 - 지붕빗물이용시설의 신뢰도 및 효율성 평가

III. 연구의 내용 및 범위

- 지붕빗물이용시설 신뢰도 평가모델 개발
 - 국내외 관련문헌 조사를 통하여 기존의 빗물이용시설 설계방법을 평가
 - 국내 강우량의 계절적 특성을 고려한 강우발생모델 개발
 - 국내의 기후특성, 지역특성, 물이용 특성을 반영한 지붕빗물이용시설 신뢰도 평가모델 개발
- 시범구역에의 신뢰도 평가모델 적용
 - 부산광역시 내 시범구역 선정
 - 시범구역 내 물 수요량의 용도별 특성 파악
 - 모델 매개변수 산정방법 검토 및 개선 방안 제시
- 지붕빗물이용시설의 신뢰도 및 효율성 평가
 - 집수된 물의 용도별 신뢰도 평가
 - 계절별 신뢰도 변동성 평가
 - 강우유출수 및 수돗물 사용의 연간 효율성 평가

IV. 연구결과

○ 시범구역 선정

- 모델 적용을 위한 시범구역을 선정하기 위하여 부산광역시 내의 행정구역별로 상수도 미급수지역과 주택밀집지역을 조사하였으며 지형과 경제적 능력을 고려하였음.
- 부산광역시 내 용수공급이 부족한 지역은 없는 것으로 조사되었으며, 따라서 산지에 주택밀집지역이 형성되어 있어 유출율이 높고 경제적으로 낙후된 감천 2동이 지붕빗물이용시설 설치 시 가장 큰 유출저감·경제적 효과를 얻을 수 있을 것으로 판단하여 시범구역으로 선정.

○ 신뢰도 평가모델 매개변수 산정

- 본 연구에서 개발한 신뢰도 평가모델의 매개변수는 지붕면적, 빗물이용시설 저장탱크용량, 초기스플림특성, 수요특성에 따른 용도별 물 수요량으로 구성됨.
- 시범구역 내 지붕면적은 1:1000 수치지형도에서 일반주택 레이어를 추출하여 산정하였으며, 산정된 지붕면적의 빈도분석 결과 1~175㎡이 전체 지붕면적의 99.4%를 차지하고 200㎡을 초과하는 경우는 0.53%에 불과한 것으로 나타나 지붕면적 매개변수를 1~175㎡ 범위로 설정하였음.
- 현실적으로 설치 가능한 빗물이용시설 저장탱크용량 매개변수를 산정하고자 현재 시중에서 판매되고 있는 탱크 용량과 부산광역시 내 1가구당 월 평균 물 사용량을 조사·분석하였으며, 그 결과 빗물이용시설 저장탱크용량 매개변수를 1~22㎡으로 설정함.
- 빗물이용시설의 용수에 적합한 수질을 유지하고자 강우사상 사이에 3일 이상 무 강우일을 가진 강우사상의 강우량 중 초기의 5mm가 초기스플림량으로 발생된다고 가정하여 적용
- 빗물의 수질특성을 통해 빗물이용시설의 용도를 화장실 용수, 조경용수, 청소용수로 정의하였으며, 각 용도에 대한 물 사용량자료를 조사·분석하여 4가지 시나리오(① 화장실 용수, ② 조경 및 청소용수, ③ 화장실 용수 + 조경 및 청소용수, ④ 총 물수요량)의 월별 물 수요량 매개변수를 산정함.

○ 강우발생모델 재현성 분석

- 시범구역의 30년 강우자료(기상청의 부산지점, 1982년~2011년)를 이용하여 강우모델을 적용한 결과 합성 강우자료가 관측 강우자료의 월강우량 평균 및 표준편차, 월무강우 일수의 평균 및 표준편차와 유사한 경향을 나타내어 관측 강우자료의 강우변동성을 우수하게 재현하는 것으로 나타났음.
- 비모수적 방법으로 발생한 30년간 100개의 합성 강우자료 중 3개를 임의로 선택하여 관측자료와 통계적 비교를 통해 각 강우시나리오의 적절성을 판단해 본 결과 연평균 강우특성은 잘 재현하고 있는 것으로 나타났으나, 극한 강우량의 분포는 어떤 합성 강우자료를 선택하는가에 따라 다양한 분포를 보임.
- 그러나 빗물이용시설은 극한 강우량 시 작동되는 것이 아니라 주로 일반적인 강우량이 발생할 때를 대상으로 설계가 되므로 이러한 극한 값이 빗물이용시설의 신뢰도 평가에 미치는 영향은 비교적 작을 것으로 판단됨.

○ 지붕빗물이용시설 신뢰도 및 효율성 평가

- 지붕빗물이용시설의 신뢰도 및 효율성을 평가하기 위하여 4가지 물 사용량 시나리오에 대한 신뢰도를 평가한 결과 일반적으로 배수면적이 증가함에 따라 신뢰도가 높게 나타나며, 배수면적이 일정할 경우 저장탱크 용량의 증가에 따라 신뢰도가 높게 나타남.
- 월별 신뢰도를 분석한 결과 최소 27.5%에서 최대 92.0%의 범위로 분포되어 있으며, 강우량이 많은 여름과 가을철에 높게 나타나고 비교적 강우량이 적은 봄과 겨울철에 낮게 나타나 관측 강우량의 패턴과 유사한 경향을 나타내고 있으나 물 수요량의 계절적 변동성의 영향을 받기 때문에 그 분포양상이 관측 강우량과 완전히 일치하는 것은 아닌 것으로 나타남.

- 빗물이용시설 설치 유/무에 따른 강우유출량 및 수돗물 사용량 저감 효과를 분석한 결과 빗물이용시설이 설치되었을 경우 설치되지 않았을 때 보다 강우유출량이 16%, 화장실 용수와 조경 및 청소용수로 사용되던 수돗물 사용량이 70%로 각각 감소되는 것을 확인하였음.

V. 연구결과의 활용계획

- 도시성장에 따른 수자원 확보 및 양질의 물환경 제공을 위한 대책마련의 기본 도구로써 활용

- 빗물이용시설 설치에 따른 영향평가를 위한 양질의 입력자료를 구축함으로써 추후 빗물이용시설의 최적 용량 결정 기법 또는 설계 기준 마련의 기초자료로 활용
- 다양한 빗물이용시설 특성에 대한 정량적인 신뢰도 및 효율성 평가 자료를 제공함으로써 빗물이용시설 설치 시 발생하는 효과에 대한 정보 제공이 가능
- 본 연구의 기본개념을 다른 LID 요소기술(단일 시설)의 신뢰도 평가뿐만 아니라 다양한 LID 요소기술이 유기적으로 연결된 시설군의 신뢰도 평가에도 적용 가능할 것으로 판단되며, 따라서 보다 현실적이고 각 요소기술의 효율을 극대화할 수 있는 방법론 개발의 기초자료로 활용가능