

## 수자원 고갈에 따른 빗물의 효율적 이용 방안 <3>



이성호 | 환경공학박사  
경기도환경기술인협회 회장  
세명대학교 환경공학과 교수

### <지난호에 이어>

#### 1) 단독주택

단독주택에서는 보통 지붕 또는 옥상에 내린 빗물을 모을 수 있으며 어떤 형태의 주택에서도 간단히 할 수 있다. 홈통과 배수통을 통하여 그대로 방류되는 빗물을 모아서 적합한 용로도 이용하는 방식이 바람직하다. 별도로 설치된 창고나 주차장의 지붕에서도 빗물을 모을 수 있다

집수시에는 쓰레기 등이 혼입되지 않도록 하여 모은 후 빗물저류조에 저장한 후 화장실세정수와 정원수, 세차용, 청소용 등으로 사용할 수 있다. 따라서 빗물이용에 대해 관심을 가지고 지붕명과 지붕 물받이의 청소, 저류조의 유지관리를 철저히 함으로써 모은 빗물의 수질을 양호하게 유지하도록 하는 것이 중요하다. 빗물의 수질이 양호할수록 다양한 용도로 이용할 수 있고 열대어 등의 관상용 수조의 보조용수로도 사용할 수 있다. 특히 낙도 등 수도시설이 불충분한 지역에서는 끓여서 음용수로도 사용할 수 있다.

#### 2) 공동주택

공동주택에서의 빗물이용은 건물을 신축할 때부터 빗물이용시설을 설치하지 않으면 집수장소, 저류장소가 한정되어 저류량이 적어지기 때문에 이용할 수 있는 용도도 식재용수나 비상용수에나 쓰이는 정도이다. 또한 단독주택과 같이 자유롭게 증·개축하는 것이 어렵기 때문에 수세식 화장실용수 등으로도 이용이 곤란하다.

집수 및 저류의 장소로는 발코니와 테라스가 있고, 집수방법으로는 발코니 바닥에 비닐시트를 깔거나, 혹은 햇빛 방지창을 개량하여 설치하기도 하고, 비가 올 때만 발코니의 바깥에 집수 시트를 내놓아 집수한다. 만일 이웃 집 주인의 협의하에 윗층의 발코니로부터 흐르는 빗물을 사용할 수 있기도 하고, 필요할 경우 옥상의 빗물을 배제시키는 관에 빗물분지장치를 설치하여 떨어지는 빗물을 받는 것도 기술적으로 가능하다.

만일 입주주민과의 협의가 이루어지면 옥상의 빗물을 우선 맨 윗층의 발코니에 있는 빗물탱크에 저류하고, 그 월류수를 다음의 층의 빗물탱크로 보내고 또 월류수를 또 다음층으로 순서대로 반복한다면 각 층마다 빗물이용이 가능하다. 그러나 이 때에는 빗물저류조의 크기 및 설치 위치, 월류방법 등을 동일하게 설치하여야 한다.

## (2) 빗물의 집수시 유의점

빗물을 어디에서 모으는가에 의해 빗물의 수질이 결정된다. 우선 빗물의 용도에 의해 필요한 수질이 결정된다. 따라서 그 용도에 적합하게 집수장소를 선정하고, 여과 등으로 처리하여 필요한 수질이 될 때까지 정화시켜 사용한다. 인간과 동물이 접근할 수 없는 지붕에서는 수질이 양호한 빗물을 집수할 수 있다. 쓰레기와 먼지를 제거하고, 정화시키면 음료수로도 활용할 수 있으며 실제로 자연수 및 우물뿐만 아니라 수도의 공급이 없는 곳에서는 음용수를 포함하여 생활용수로 충분히 사용할 수 있다.

옥상과 발코니, 테라스 등은 사람과 동물이 접근하는 장소에서만 다소 빗물이 오염될 수 있지만 화장실의 세정수 및 살수에 사용하는 것에는 특별한 장애는 없다 다만, 공동주택에서는 발코니에서 세탁한 후 배수관으로 보내기 때문에 그 경우에는 발코니의 배수관에서는 집수하지 않도록 한다.

인공지반과 주차장의 집수는 여과처리하는 경우에도 화장실의 세정수로만 사용하는 것이 바람직하다. 도로와 선로 등에서의 집수는 기름과 먼지, 금속가루 등이 포함되어 있기 때문에 반드시 여과처리하여야 하고 또한 이용 용도도 화장실 세정수로만 제한하여야 한다.

## (3) 효과적 집수방법

### 1) 초기강우의 제거

강우는 대기중의 부유물을 포함해서 내리고, 특히 도시에 내리는 비에는 지상으로부터 배출된 유해물질의 아황산가스와 질소산화물 등이 용해되어 있다. 또한 옥상 등의 집수면에도 유해물질을 포함한 먼지 등이 퇴적되거나 부착해 있기 때문에 이것에 의해 빗물이 오염된다. 특히, 맑은 날이 계속된 이후에 초기빗물에는 오염물질이 다량 포함되어 오염도가 상당히 높으므로 강우량 1.0mm 정도를 초과할 때까지는 집수하지 않은 것이 좋으므로 초기빗물을 제거하는 배제시설을 설치하여야 한다.

빗물저류조가 커서 다량의 집수가 가능한 경우에는 저류한 빗물중에 토기강우의 비율이 적기 때문에 자동초기 빗물 제거설비의 설치가 크게 중요하지 않지만 개인 단독 주택에서 소용량의 빗물탱크에 저류시키는 경우에는 초기강우를 반드시 제거하는 것이 바람직하다.

초기 강우시에는 지붕의 빗물받이와 빗물탱크를 연결시키지 않음으로써 초기빗물을 차단할 수 있지만 강우시에 계속 있어야 하기 때문에 불편하다. 따라서 자동적으로 초기강우를 차단할 수 있고 조작 및 유지관리가 쉬운 장치가 필요하다.

### 2) 협잡물 제거

비가 내리면서 대기중의 오염물질이 빗물에 용해되는 것은 어쩔 수 없지만 빗물은 집수면의 오염에 의해서 오염될 수 있기 때문에 집수면을 항상 청결하게 유지하여야 한다. 지붕면은 사람이 쓰레기 등을 버리지 않지만 매연과 분진뿐만 아니라 새 및 고양이등의 배설물에 의해서도 오염된다. 특히 청소하기도 어려운 장소이기 때문에 적어도 동물이 접근하지 못하도록 해야 한다. 이때 저류한 빗물을 사용하여 집수면을 청소하는 것이 바람직하다.

낙엽과 쓰레기 및 모래 등이 지붕 배수관 주변과 지붕물받이에 쌓여 있으면 빗물이 오염될 가능성이 있기 때문에 자주 청소를 해주거나 빗물과 함께 협잡물이 흘러들지 않도록 할 필요가 있다. 특히 맑은 날씨가 지속되고, 강풍이 분 이후 혹은 낙엽이 많은 계절에는 자주 청소를 해준다.

빗물을 음용수를 포함하여 전부 생활용수로 전부 사용하고 있는 미국 워싱턴주에서는 지붕빗물받이에 그물바구니를 씌워 낙엽을 제거한다. 스크린에 걸린 협잡물은 자동적으로 수직 빗물배수관의 바깥으로 떨어지기 때문에 사람의 손이 필요하지 않다.

그물바구니나 스크린을 빗물저류조의 바로 앞에 설치하는 방법이 있다. 지붕트렌치와 지붕 물받이 주변에 설치하면 협잡물을 제거하는 것이 간단하다. 이 때 그물바구니 및 스크린의 직경은 수mm에서 10mm정도가 적당하다.

## ⅢⅢⅢ 환경논문 (지난호에 이어)

### 4.3.2. 빗물저류기술

#### (1) 빗물집수

“계획시간최대 빗물집수량”은 강우강도가 계획지역의 1시간 최대 강수량일 때 빗물집수량으로 한다. 이 수치는 빗물처리설비 중에서 스크린 및 침사조의 설계에 적용된다.

빗물의 처리장치의 설계수량은 크게 설정하는 것이 용량으로서는 안전하지만 너무 크게 설정하게 되면 경제성 측면에서 불리하게 된다. 이 때문에 필요한 범위에서 작게 설정하는 것이 바람직하다.

빗물의 처리장치중에서 처리의 제 1단계로 되는 스크린과 침사조는 장치 자체의 용량이 적고, 설계수량을 어느 정도 크게 해도 문제가 없다. 그리고 스크린, 침사조의 설계수량에서는 설계지역의 1시간최대빗물량을 사용하고 호우시에도 대응할 수 있도록 한다. 이 1시간최대빗물집수량을 계획시간최대빗물집수량으로 부르고 계획지역에서의 1시간최대강수량에 집수면적과 유출수를 곱하여 계산한다.

“계획시간빗물집수량”은 강우강도가 10~20mm/hr 정도일 때의 빗물집수량으로 하고 지역 및 빗물이용시설의 특성을 고려하여 결정한다. 빗물처리설비 중에서 침전조 설계에 이용한다. 빗물의 처리장치에서 침전조에 대해서는 계획시간최대빗물집수량을 설계수량으로 하면 장치의 용량이 너무 크게 되고 공간, 비용측면의 제약에서 현실적이지 못하다. 그러므로 침전조에 대해서는 실용상 문제가 없는 범위에서 설계수량을 가능한 작게 하고 그 수치를 “계획시간빗물집수량”으로 부르는 것으로 한다.

#### (2) 빗물저류조

##### 1) 빗물저류조의 크기

빗물저류조의 크기는 보통 집수면적과의 관계에 의해 결정된다.

즉, 집수면적( $m^2$ )×계수C(m)=빗물저류조의 용량( $m^3$ )

이 식에서 계수 C는 빗물의 강우 형태의 차이 등 지역성을 고려한 수치가 될 수 있지만 과거의 실적 등에 의해 전국 어디에서도 C=0.1로 하여 계산하고 있다. 따라서 집수면적이 60 $m^2$ 인 경우 6 $m^3$ 가 빗물저류조의 적합한 용량이 된다. 이 용량을 확보하면 집수면에 내린 빗물의 70%정도를 유효하게 이용할 수 있는 비율을 빗물이용률이라 한다.

빗물저류조의 용량을 크게하면 할수록 월류되는 양이 줄어들게 되어 집수되는 양이 많게 되므로 빗물이용율도 증가할 것으로 생각되지만 실제로는 반드시 그렇지 않다. 용량을 50%증가시켜도 증가되는 빗물이용율은 5~10%에 그친다. 결국, 빗물저류조는 용량이 크면 클수록 좋다고 말할 수는 없는 것이다. 특히 기존의 시설에서는 빗물저류조의 설치장소를 확보하기 어려운 경우가 많기 때문에 가급적 앞의 식에서 계산한 적합한 빗물저류용량에 접근하도록 하여 부족분은 상수도에서 보충하도록 한다.

또한 시설을 건축하는 경우에 건축기준법에서 정한 용적률로부터 빗물저류조의 상당분을 일정한 한도(=기준용적률 0.25배)까지 제거(=용적률의 산정기초가 되는 바닥면적으로부터 빗물저류조의 바닥면적을 공제)하는 것이 가능하다.

빗물저류조의 유효용량을 결정하는 방법은 다음과 같다.

여기서 빗물을 이용한다는 관점에서의 빗물저류조의 용량산정방법을 나타낸다.

빗물의 이용상황을 나타내는 지표로서는 “빗물이용률”, “상수대체율”이 장 사용된다.

$$\textcircled{1} \text{ 빗물이용률}(\%) = \left( \frac{\text{빗물이용량}}{\text{빗물집수량}} \right) \times 100$$

$$\textcircled{2} \text{ 상수대체율}(\%) = \left( \frac{\text{빗물이용량}}{\text{사용수량}} \right) \times 100 = \frac{\text{빗물이용량} \times \text{빗물집수량}}{\text{사용수량}}$$

(주) 사용수량 = 빗물이용량 + 상수보급수량

빗물의 이용상황은 빗물집수량 R, 사용수량 Q, 빗물저류조용량 V에 의하여 결정된다. 빗물집수량 R은 R=집수면적 R×강수량×유출계수로 계산된다. 그러므로 지역, 대상년도가 정해지면 집수면적 A와 사용수량 Q와 빗물저류조용량 V로 빗물 이용율, 상수대체를 등의 빗물이용 상황을 나타낼 수 있다.

일반적으로 빗물이용설비를 계획할 경우에 집수면적 A와 사용수량 Q는 전제조건으로서 주어지기 때문에 이들 조건을 근거로 하여 빗물저류조의 크기를 파악하는 것이 중요하다. 이를 위해서는 빗물저류조용량을 몇 개의 조건으로 설정하여 빗물이용상황을 모의시험하면 좋다. 이것에 의하여 얻어진 결과로 건물의 구조나 부지조건 등의 제약과 건설비 등의 경제성을 고려하여 빗물저류조용량을 결정한다. 또한 빗물저류조를 침전조와 겸용하는 경우에는 빗물저류조용량은 침전조의 필요용량을 만족해야 한다.

## 2) 빗물이용상황의 계산방법

여기서는 1년간의 일별 강수량자료를 사용하여 년간의 빗물이용상황을 모의시험하는 방법을 나타내었다.

빗물저류조용량 V(m<sup>3</sup>)을 설정하고 일별강수량 자료 a(mm/일)에서 구한 빗물집수량 R(m<sup>3</sup>/일)과 사용수량 Q(m<sup>3</sup>/일)에서 일별의 상수보급수량 CW(m<sup>3</sup>/일), 빗물저류조 월류량 S(m<sup>3</sup>/일)을 계산한다. 그리고 이것에 대하여 연간을 통하여 계산하고 빗물이용률(%), 상수대체율(%)을 구한다.

계산순서는 아래와 같다.

- ① 각 1일의 강수량 a(mm/일)에서 빗물집수량 R(m<sup>3</sup>/일)={집수면적A(m<sup>2</sup>)×a×빗물유출계수×10-3}을 구한다.
- ② 빗물집수량 R과 빗물저류조용량 V(m<sup>3</sup>)와 빗물저류조수량 b(m<sup>3</sup>)에서 빗물저류조 월류량 S={R+b-V

또는 0}(m<sup>3</sup>/일)을 구한다.

- ③ 그 시점에서의 빗물저류조용량 b' {=V 또는 R+b}(m<sup>3</sup>)을 구한다.
- ④ 빗물저류조용량 b'와 사용수량 Q에서 상보급수량 CW{-b'-Q} 또는 0}(m<sup>3</sup>)를 구한다.
- ⑤ 그시점에서의 빗물저류조수량 b''{0 또는 b'-Q}(m<sup>3</sup>)을 구한다.
- ⑥ b''를 b로서 다음날의 것을 계산한다.
- ⑦ 1년분의 강수량자료에 대하여 ①~⑥의 계산을 반복실행한다.
- ⑧ 이상의 계산결과에 의하여 년간 빗물이용량 B={Σ(Q-CW)}(m<sup>3</sup>/년), 년간의 빗물집수량 C={ΣR}(m<sup>3</sup>/년), 년간의 사용수량 D(Σm<sup>3</sup>/년)을 계산하고 빗물이용률{B/C×100}(%)을 구한다.

## 3) 빗물저류조의 조건 및 종류

빗물저류조는 누수가 되지 않은 것도 물론 중요하지만 저류조에서 성분이 용출되어 저장된 물을 오염시키지 않고 조류의 발생을 막기 위한 햇빛차단 재질로 하고 덮개가 있으며 증발과 먼지 등이 유입되지 않고 내부를 청소하기 쉬운 구조인 것 등의 조건을 만족시키는 용기라든 어떤 것이라도 상관없다. 빗물의 용도가 저류용량과 설치장소에 따라 형상, 재질, 구조가 다른 여러 가지 용기가 사용되고 있다. 기성품을 설치하는 경우도 있고 현장에서 조립하기도 하고 건축하는 경우도 있다. 저류조나 탱크에 수위계가 붙어 있으면 편리하다.

과거에는 물 항아리, 통, 나무통 등이 사용되었으나 최근에는 소형의 용기(500L이하)인 드럼통과 폴리에틸렌 등이 사용되고 있다. 또한 빗물탱크 전용 기성품도 있다. 대형(500L이상)으로 강판제와 스텐레스 강판제, FRP 재질 등의 조립탱크, 철제 콘크리트로 만든 것도 있으며 FRP재질의 정화조를 이용하고 있는 예도 있다.

<다음 호에 계속>