

주거단지의 외부공간을 활용한 친환경적 우수처리 시스템 개발*

이 은 희¹⁾

¹⁾ 서울여자대학교 환경·생명과학부

Development of an environmentally friendly precipitation
treatment system utilizing open space in residential estates

Lee, Eun-Heui¹⁾

¹⁾ Division of Environment & Life Science, Seoul Women's University

ABSTRACT

The hydrological cycle system in the city is generally characterized by quick runoff, bad infiltration, low evaporation rate, and so on. It is caused by sealing greens up with pavements. Also, there are lots of contradictory environmental problems, such as inundation, the lack of underground water and dryness in the city, caused by the urban drainage system which is mostly focused on the quick draining off rainfall. In addition, the technique joining rain and sewage, which has more dangers of inundation, occupies 66% between two Korean drainage systems which consist of joining and dividing system.

There has been some need to convert the present drainage system into the environmentally friendly hydrological cycle system. This is a theoretical study to examine some foreign cases and suggested applicable methods in our country, focusing on the environmentally friendly system of rainfall drainage.

The precipitation treatment system can be made up of some possible phases choosing from pre-management, utilization, infiltration, retention, and inducement phases. Therefore, this study mostly focused on infiltration, retention, and inducement phases.

It is necessary to suggest the multifunctional utilization of outdoor spaces, especially applying in new constructing and re-constructing residential estates.

Key words : *precipitation treatment system, infiltration, retention, inducement*

* 이 논문은 1999년도 한국학술진흥재단의 연구비에 의하여 지원되었음 (KRF-99-003-G00074).

I. 서 론

산업화와 도시화에 의한 도시의 붕합화로 인한 인위적인 배수체계는 도시환경과 빗물의 순환체계, 그리고 도시생태계를 빈약하게 만들고 동시에 물의 순환과정을 변화시켰다. 그러한 변화로 인해 자연은 그 스스로의 여러 기능을 발휘하지 못하게 되었으며 홍수 등 심각한 환경문제에 봉착하였다.

또한 최근 들어 도시환경개선을 위한 G7 project 등 도시생태계등에 관한 관심이 증가되고 있지만 우수처리시설을 주거지역 자체에서 해결하려는 환경친화적 조성공법의 연구는 거의 전무한 상태이다. 최근까지의 관련된 연구분야는 생태계를 고려한 자연친화적인 수공간조성등에 치중하여 형성되고 있는 것이 현실이며, 주거단지 외부공간부터의 자연친화적인 우수처리공간 조성방안 다방면에서 조명하지 못하고 있는 실정이다.

따라서 파괴되고 훼손된 자연공간을 복원하고, 녹지공간의 제기능과 역할이 제대로 이루어질 수 있는 안정된 도시생태계를 구축하기 위한 적절한 계획 및 설계가 절실히 필요하다. 특히 사라져 가는 습지 Biotop의 조성을 통하여 도시생태계를 개선하기 위해서 외부공간을 활용한 우수의 처리시스템조성에 관한 연구가 요구되고 있다.

본 연구에서는 주거단지의 외부공간을 이용하여 우수처리 할 수 있는 시스템의 모델을 개발하여 외부공간을 활용할 수 있는 가능성을 제시하여 단지내의 우수 처리를 우수관거를 통해 처리하는 것만을 지양하고 환경친화적인 방법으로 단지의 외부공간을 활용하여 처리할 수 있는 다양한 방안을 모색하고자 한다. 따라서 현재의 빗물홍통을 직접 암거를 통해 하천으로 배수하는 방법을 지양하고 자연에서와 유사하게 빗물의 유출속도를 줄이고 유보시킬 수 있는 시간의 확장과 또 자체내에서 증발할 수 있는 양을 늘려주고 손쉽게 지하로 침투될 수 있는 여건을 만들어 주는 방법을 연구하는 것을 그 내용으로 한다.

특히 우기가 집중된 여름의 폭우로 인한 홍

수의 위험을 줄이고 건조한 도시의 미기후조절에도 영향을 미치고 또 외부공간을 다목적으로 활용하여 환경개선에 기여하는데 그 목적이 있다.

II. 연구사

최근에는 물 분야를 포함한 도시화로 인해 야기되는 환경문제들을 기술에만 의지하지 않고 자연과의 관계를 파악한 자연 친화적인 방법으로 해결하려는 방안들이 국내외에서 많이 모색되고 있다(Geiger & Dreiseitl, 1995; Hahn, 1993; 김귀곤, 1993).

또한 빗물을 치수대책으로 하수관거에 의해 하천으로 보내던 방식에서 벗어나 우수를 이용하는 방안을 연구, 우수 이용의 장점과 효과를 보여주는 연구에서는 김영란과 김갑수(1998)가 우수저류 침투시설을 도입하여 비점오염부하 감소와 도시 열환경 개선등의 환경적 측면과 수원확보와 친수공간 제공등의 물 이용 측면에서 여러 기능을 가지고 있다고 했다. 이상태(1988)는 우수저류시설 설치로 유출억제를 통한 호우피해 방지와 대지의 보수능력을 증진하고 지하수의 함양을 강조했다. 한영해(1995)는 환경친화적 주거단지 기본계획에서 물 순환체계를 논하며 우수유출에 관해서 간략하게 소개하고 있다.

실제적으로 단지 내에서 우수유출을 적용한 연구에서 권경호(1999)는 잔디도랑과 우수녹지를 설계하여 적용이 간편하고 범용성을 갖는 자연배수체계 설계치침을 논하였다.

환경부(1999)에서는 유출수의 수질평가나 유출량 조사보다는 외부공간의 생태적 조성에 필요한 우수처리시스템 조성기술을 논하며 '물 순환 개선 및 생물다양성 증진을 위한 우수저류 및 침투연못 시스템에 관한 연구'에서 기존의 우수관리 시스템을 검토, 우수유출억제 뿐 아니라 물 순환체계의 개선과 생물다양성 증진을 기대할 수 있는 생태적 우수관리 시스템을 도출하여 이를 실제 적용하였다(김귀곤 외, 2000).

윤소원(1997)은 물순환형 생태단지를 실현해 보고자 대전광역시 유성구내 토지 구획정리사업 계획만 실시된채 아직 개발에 들어가지 않

은 지역을 사례에 적용하여 효과를 분석하였다. 이 연구에서는 홍수예방차원의 우수저류, 침투 기법의 도입보다는 우수를 재이용하고 지하수 함양차원에서 우수저류, 침투 기법을 선택하였다. 우수저류기법으로는 지붕저류를 통한 우수 이용과 우수침투 기법으로는 투수성포장 및 녹지의 확보, 재순환기법으로는 중수처리시설의 도입을 위한 계획과 효과를 분석하였다. 하지만 이 연구는 우수침투에 대한 실제 설치사례가 아닌 사례지역의 분석을 통해 이론적 고찰을 분석하였다.

수문학에서는 강우에 관한 전반적인 내용들을 자세하게 다루고 있으나(박성우의, 1995; Hermann, 1976; Imhoff, 1996) 주거단지의 외부공간 등에 적용할 수 있는 방안들을 제시하지 못하고 있다. 이은희(1997)는 도시내 빗물순환시스템중 유출을 적게 하는 방안으로 빗물의 이용과 빗물저류를 위한 빗물연못조성 및 빗물 침투 등을 제시하였다. 주택단지내 수문자료 모니터링 시스템 구축에 관한 연구(한국토지공사, 1997)에서는 우수유출과 관련된 외국사례를 소개하고 있다.

독일의 경우 이미 IBA Emscher park 국제건축 전시회(1999)를 통해 주거단지내의 우수처리를 주제로하여 단지의 외부공간을 조성한 사례가 실제로 많이 있으며(Gelsenhausen의 Schungelbusch 주거지 등) Berlin의 경우도 기존의 주거단지의 외부공간을 빗물유출저지를 위한 재조성에도 많은 노력을 들이고 있다(Schweriner Hof, Karow Nord 등). Potsdam의 신주거주인 Kichsteigfeld의 경우도 우수처리를 명거를 통해 도랑이나 침투를 유도하고 있다.

III. 연구 범위 및 방법

1. 연구의 범위

지역적 범위로서는 적용할 수 있는 예시를 제시하기위해 주거단지의 외부 공간을 대상으로 하고 내용적범위는 빗물의 저장 및 이용은 본 연구 범위에서는 제외하고 빗물의 침투 및 유출의 저지할 수 있는 방안의 모색을 주범위로 한다.

2. 연구의 방법

우리나라에서 적용하고 있는 우수처리 시스템을 분석하고 외국의 사례로 이미 주거단지에 적용하여 실시하고 있는 독일의 환경친화적인 방법들을 조사한다.

또한 우리나라의 강우의 특수상황 등을 검토하고 외부공간의 특성도 파악한 다음 우리나라에 현실에 맞는 방안을 검토하여 가능성을 제시한다.

IV. 우수배수시스템에 관한 연구결과

1. 기존 우수처리시스템

우리나라의 빗물은 하수관거를 통하여 분류식 또는 합류식으로 처리되고 있는데 전국적으로 63.5%의 하수관거가 보급되어 있고 이 중에서 합류식 약 65%, 분류식은 약 35%정도이다. 특히 서울의 경우에는 전체 98.1%의 하수관거 중 87%가 합류식이며 13%정도가 분류식이다(환경부, 1998).

뿐만 아니라 시설별로 살펴보았을 때 합류식과 분류식 우수와 오수를 함께 집수, 처리하는 합류식 방법이 더 많이 사용되는 것을 알 수 있다. 합류식의 경우는 우기시 처리용량이 증가하여 오수가 처리가 잘 안된채 희석방류되어 하천의 오염을 증가시킬 수 있다.

2. 환경친화적 단지 우수배수시스템 조성기법

단지내 환경친화적인 우수배수시스템을 도입하기에 앞서 설계의 목표를 설정하는 것이 필요하다. 어떤 점에 중점을 둘 것인가에 따라 우수배수시스템이 달라지기 때문이다. 인간이 개발하기이전의 자연상태와 가까운 토양생태계의 회복과 자연에 가까운 수순환을 목표로 한다면 토양의 침투능력 증진과 지하수함양에 초점을 맞추는 것이 필요하다. 또 외부공간에서 친수공간조성을 통해 물과 가깝게 하기 위해서는 설계적인 측면에서의 고려로도 병행해서 설계를 할 수 있다. 또한 최근 물부족사태가 예상되는 만큼 우수의 이용적인 측면에도 역점을 둘 수 있다. 이를 위해서는 상수 및 우수 배수관등의 설치 등 무엇보다도 건축 시설설비적인 측면에서

함께 해야할 과제이다. 우리나라에서도 빈번히 발생하는 우기의 홍수조절을 위해서는 침투 저류시설등을 도입하여 적극적으로 빗물의 유출을 억제하게 하는 방안들이 검토되어야 할 것이다.

2.1 단지내 우수배수시스템에 관한 사례조사 결과

2.1.1 국내사례

국내의 실제 설치사례로서 주택공사가 처음으로 실시한 사례로 1993년 분당지구에 시험시공을 하였다. 이는 주택연구소에서 실시한 '지하유수지의 실험적 연구'의 일환으로 단지내 배수되는 우수(옥상, 도로 등)를 놀이터 등의 하부에 유입시켜 채석의 공극을 이용하여 우수를 집수함으로써 유량조절 효과를 거둘 수 있는 공법이다. 단지내 우수집수에 대한 기본 개념은 그림 1과 같다.

또한 주택공사가 완공한 택지개발지구중 산본지구에 2개의 홍수조절지를 신도시에 설치하였다. 신도시 개발로 인한 산본천 하류지역의 침수우려에 대한 대책과 출구지점 합류하천인 안양천의 하도부담량 감소를 목적으로 계획되었다. 또한 홍수조절 목적 이외에도 비수기시에 각종 공원 및 운동장 등으로 활용하고 있으며 조절지의 저류용량은 홍수빈도 100년에 대비한 26,000m³이다.

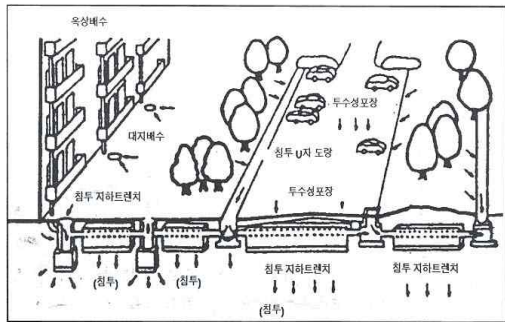


그림 1. 단지내 우수배수시스템에 관한 사례 (출처 : 주택공사, 1993)

2.1.2. 국외사례

1) 독일 사례

독일에서는 이미 환경개선이나 지하수 충전

등을 목적으로 빗물을 활용한 외부공간 설계들이 많이 확산되어 있다. 우리나라에는 아직 보급되어 있지 않은 빗물연못은 대부분이 빗물 저류지로서의 역할을 하고 있다. 주거단지 내의 외부공간을 활용한 베르린 슈베린너호프의 사례를 보면 빗물연못을 위시로 빗물의 유출억제를 겸한 우수처리시스템이 활용되고 있는 것을 볼 수 있다(그림 2).

처리 시스템의 내용을 살펴보면, 빗물이 지붕으로부터 홈통(1)을 타고 거리의 빗물 또한 우수관을 통해 집수관(2)에 집수되어진다. 집수관에서 우수펌프정(3)의 침사정(4)를 통해 집수정(400m³)(5)으로 보내지고, 연못의 경우는 수위가 낮아지면 집수정에서 우수를 내보내 채운다. 연못이 진흙탕으로 메워지는 것을 막기 위해 우수는 여과정(7)으로 흡수되어진 다음 순환한 후 연못으로 보내지고 그 외의 넘치는 우수들은 침투정(8)을 통해 지하로 침투되어진다. 강우가 지속되는 경우와 연못이 만수위일 때 또한 집수정과 침투정들에 의해 넘치는 용량이 비상배수구(9)를 통해 공공 우수관거로 보내진다.

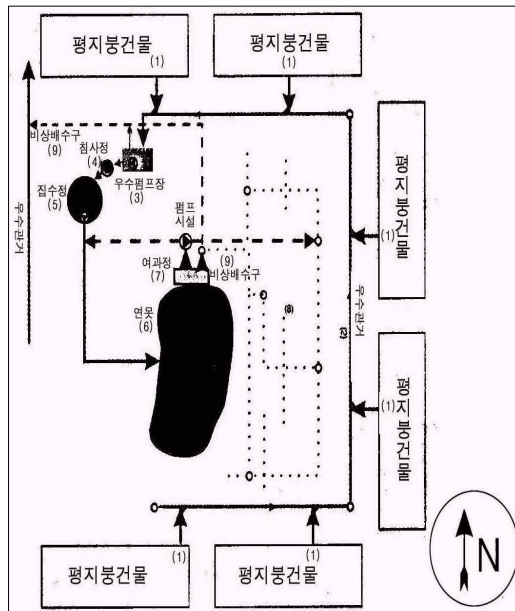


그림 2. 슈베린너호프의 빗물흐름체계도 / 베르린 (출처 : Senatsverwaltung für Bauen, Wohnen und Verkehr, 1991)

2) 일본사례

동경도 八王子市에 위치한 도시기반 정비공단에서 설계한 물순환 시스템은 우수를 총합적으로 이용하고 나머지 우수는 지하로 침투시켜 자연적인 순환시스템을 계획, 우수유출량 저감, 비오톱 조성, 화장실용수 및 잡용수, 비상시 식수로의 이용을 목적으로 설계되었다(그림 3). 우수 지하 저류조(150t), 비오톱시설(실개천, 수전, 연못), 침투트랜치, 쇠석저류지가 적용된 시설이며 연못에는 우수유출 제어기능을 부가하여 100t의 우수를 저장할 수 있도록 하였다(환경부, 1999).

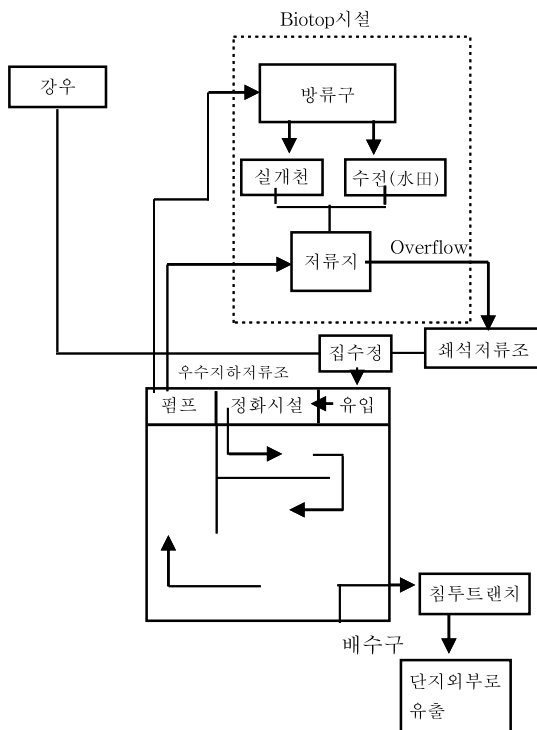


그림 3. 우수흐름도/ 일본 (출처 : 환경부, 1999)

2.2. 친환경형 우수배수 시스템

주거단지내의 친환경형 우수배수시스템은 무엇보다도 우수의 수순환시스템이 자연과 가깝게 하는데 그 목적이 있다, 따라서 자연상태와 가깝게 우수의 적당한 증발과 적당한 침투 그리고 서서히 유출될 수 있도록 유도하는 것이 필요하다. 이를 위해서는 무엇보다도 현재의 우수배수시스템과는 다른 체계가 필요하다. 무엇보다도

보다도 기존의 우수처리시스템이 어떤 형태인가에 따라서도 달라질 수 있다.

또한 어떠한 점에 역점을 둘 것인가를 고려해서 선택할 수 있다. 침투시설의 크기나 저장고, 연못의 크기는 집적할 수 있는 빗물의 양에 따라 계획하여야 할 것이다. 빗물의 증발, 또는 침투, 급격한 유출 저지 등 외부공간의 크기와 상황에 따라 여건 등에 맞는 방안들을 선택하여야 한다(그림 4).

현재의 건축물과 포장된 곳의 빗물의 유도는 가급적 암거가 아닌 명거로 바꾸어 지표면에서 빗물이 올라가면서 증발할 수 있도록 공간을 활용한다. 또한 빗물이 자연상태에서는 지표면에서 많은 양이 침투될 수 있으나 표면이 대부분 포장이 되어있는 현 주거단지의 시스템에서는 침투시설을 도입하여 지하로 빗물이 침투될 수 있도록 한다.

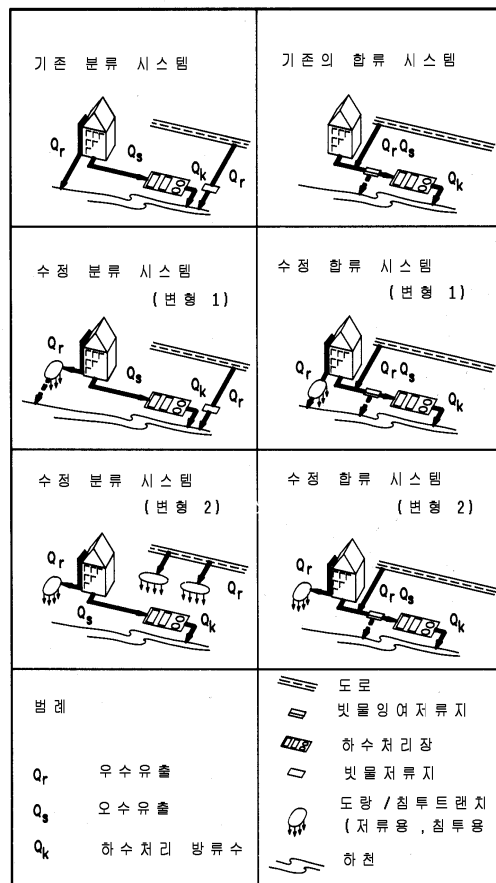


그림 4. 변형 우수처리 시스템 모식도 (출처 : Geier & Dreiseitl, 1999)

또한 빗물의 유수공간을 활용하여 저류될 수 있는 공간을 확보해 주는 방안도 필요하다. 각각의 세부사항을 살펴보면 표 2와 같다.

표 2. 단위기술과 공간적 특성

기술분류	단위기술	점유공간	
전처리	지상	침전지	면
		식생수처리대	선
	지하	침전정	점
부상물질계거조		점	
우수침투	단일	우수산화시설	면
		침투정	점
		침투트랜치	선
		유공관침투트랜치	선
		침투구덩이	면
		침투지	면
		투수성포장	면
	복합	저류침투지	면
		구덩이-유공관-트랜치 침투	면
		침투조-유공관-트랜치 침투	선
우수저류	옥상	녹화옥상	면
		저류옥상	면
	지상	저류주차장 / 저류광장	면
		여과기능구덩이	면
우수유도	지하	우수저류지	면
		저류조	점
	명거	우수유도포장	선
암거	집수구	선	

(출처 : 환경부, 1999, Geiger/Dreiseitl,1995)

2.2.1. 전처리 시설

전처리 시설은 우수가 대기과 포장면을 접하면서 각종 오염물질을 포함하고 있어 빗물 연못이나 침투등을 위해서도 반드시 전처리를 해야할 필요성이 있다. 외부공간과 연계시키는 방안으로는 식생대를 조성하면 좋다(그림 5). 그 외의 시설로는 스크린, 침전정, 오톤제거 침투정, 제오텍스틸 여과백, 부유물질 분리정, 원심분리정, 우수정수조, 침전연못, 식생대 등이 포함된다(환경부, 1999).

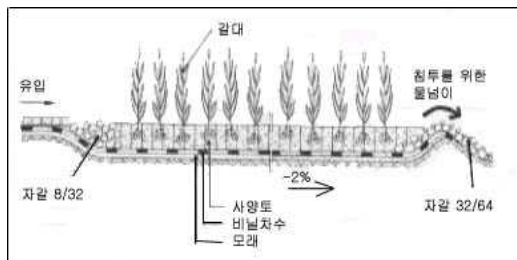


그림 5. 식생대를 이용한 전처리 시스템 (출처 : Geiger/Dreiseitl, 1995)

2.2.2. 우수유도 시설

우수유출을 암거가 아닌 명거로 활용하여 침투와 증발의 기회도 줄 수 있도록 하고 가능한 한 외부공간을 빗물유보공간으로 활용하는 방안을 들 수 있다. 이러한 공간을 또한 도심에서 부족한 습지, 연못 등의 조성안과 결부시켜 설계하면 빗물의 순환적 측면에서뿐만 아니라 공간 요소로서 동시에 활용할 수 있어 도시 생태계에도 좋은 영향을 미칠 수 있을 것이다.

기존의 건물에서의 우수는 홈통을 타고 직접 우수트랜치로 모여 암거를 통해 유출되고 있다. 이러한 방법에 의해 우수는 급격하게 하천으로 유입되는 경향을 보인다, 따라서 주거단지의 외부공간을 녹지화하고 단지의 배수를 첫째로 잔디 도랑 등의 명거로 순환하게 하는 방법을 들 수 있다(사진 1).

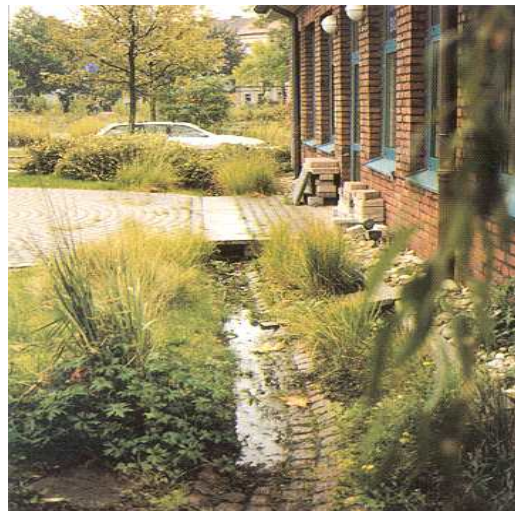


사진 1. 명거로의 유도 (출처 : Londong & Nothnagel, 1999)

건물에서 홈통을 타고 나오는 빗물을 모아서 전면부 녹지로 연결시켜주는 공간으로 건물앞 녹지와 연계한다. 도랑은 잔디 또는 돌블럭, 자갈 등으로 포장하여 빗물이 흘러갈 수 있게 할 수 있다.

2.2.3. 침투시설

빗물의 침투를 유도할 수 있는 방안은 특히

침투장치 설치는 그 자체의 용도와 외부공간으로서의 활용도 동시에 만족시킬 수 있는 방안을 모색하여야 한다(표 3).

우수침투시설로는 표면침투, 침투정, 침투 트랜치, 침투웅덩이, 침투지 등을 들 수 있고 또한 투수성포장과 녹지 등을 조성하여 표면침투가 많이 일어나도록 하여 우수가 급속하게 우수관으로 유출되는 것을 저지할 수 있다.

1) 표면침투

살아 있는 토양은 필터로서의 역할을 감당하고 통과시킴으로써 하나의 전처리가 일어나는 경우이다. 포장 또는 녹지 상태의 침투성 표면은 물이 정체와 저장되지 않는 상태에서 이루어진다. 표면침투시설 적용이 가능한 곳은 공원길, 운동공간, 광장, 마당, 주거단지내 길 등을 들 수 있다. 녹화되지 않은 공간은 마사토 등의 다진 토양이나 투수아스팔트, 침투성 돌포장 등이고 녹화된 공간은 쇠석잔디포장, 잔디블럭, 잔디공간 등이다(그림 6).

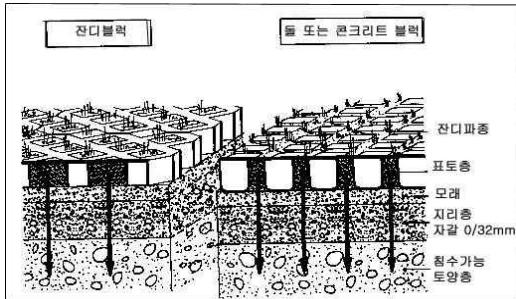


그림 6. 표면침투/단면 (출처 : Geiger/Dreiseitl, 1995)

2) 침투정

침투정은 우수가 침투될 수 있도록 만든 시설로서 건물 주변의 녹지가 있는 곳은 침투정을 설치하여 모여 들어온 우수가 침투될 수 있도록 한다. 침투정은 빗물이 옆으로 세지 않도록 막아주며 안은 자갈 등으로 채워준다. 재료는 폴리에틸렌 또는 콘크리트 등으로 만들 수 있다.

3) 침투트랜치

침투트랜치는 투수성이 우수한 지반에 선형의 침투공법으로 공극율이 높은 골재를 채워 벽과

바닥을 통해 유공관으로 유도된 우수를 침투시키는 시설이다. 넓은 침투면적으로 인해 효과적인 침투가 가능하고 트랜치 볼륨에 해당하는 저류 효과를 동시에 가진다. 토양 표면 또는 지중에 조성할 수 있고 침투공법과 침투공법을 연계하는 단위공법으로 사용되기도 한다.

표 3. 우수침투공법의 장단점 비교

구분	장 단 점	
	장 점	단 점
표면 침투	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 식생이 있는 경우 정수효과 ◦ 유지관리 용이 ◦ 기술장애가 거의 없음 ◦ 지하주차장 상부 인공지반에 적용 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 낮은 저장능력 ◦ 넓은 시공면적 필요
침투 웅덩이	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 높은 저류효과 ◦ 유지관리 용이 ◦ 기술적 장애가 거의 없음 ◦ 녹지와 연계 용이 ◦ 다양한 식재가능 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 과밀지역의 경우 쓰레기 투기 우려 ◦ 적용대상 구역의 10~20% 면적 소요
침투 정	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 매우 작은 시설면적 ◦ 대지이용 장애 없음 ◦ 지표면 부근의 불투수층에 적용가능 ◦ 제어용이 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 정수기능 없음 ◦ 관리가능성 제한적 ◦ 침투유수에 부상물질이 있어서는 안됨 ◦ 침투정 개수에 많은 비용이 필요
침투 트랜치	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 적은 시설면적 ◦ 높은 저류용량 ◦ 대지표면의 이용에 제약이 적음 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 유지관리 방안이 없음 ◦ 매우 낮은 정수기능 ◦ 물에 부상 물질이 있어서는 안됨

(출처 : 환경부, 1999)

침투트랜치는 유지관리가 대단히 어려운 점을 고려하여 반드시 전 단계에 전처리 공법이 적용될 필요가 있다. 토양표면이나 지중에 선택적으로 적용할 수 있고 조건에 따라 유공관을 넣거나 뺄 수 있다. 우리나라의 경우 일시적인 집중 호우가 빈발하므로 유공관을 연계하여 침투부하를 감소하는 기능을 가지게 하는 것이 바람직하다.

특히 침투트랜치는 침투구덩이와 연계되어 우수저장량을 증대시키고 여과기능을 향상시킬 수 있다. 독일에서는 많이 사용되고 있는 혼합시스템으로 단면은 그림 7과 같다. 시공시에는 건물벽 등 주변이 구조물로부터 일정한 이격거리를 유지하도록 한다.

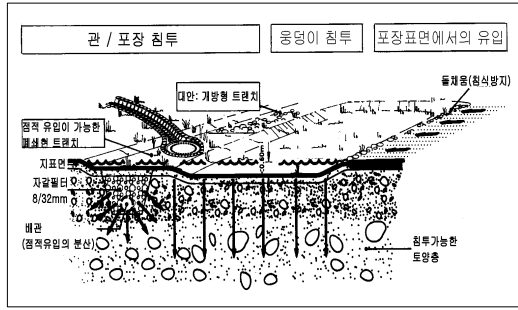


그림 7. 침투 웅덩이와 침투관·트렌치의 혼합시스템 (출처 : Geiger/Dreiseitl, 1999)

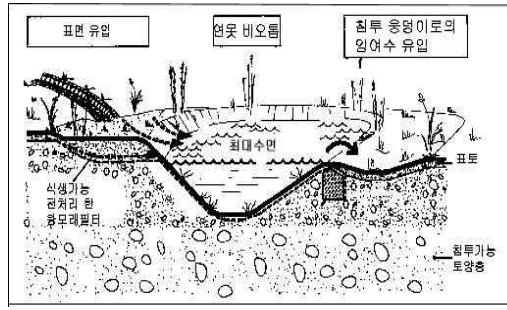


그림 9. 우수저류 침투/단면 (출처 : Geiger/Dreiseitl, 1999)

2.2.4. 우수저류시설

저류단계는 침투가 불가능한 지역에서 이용하며 주거단지 지역에서는 연못 등을 조성하여 Biotop 창출효과를 겸한 저류가 가능하다. 시설로는 투과구덩이, 저류-투과조, 녹화옥상, 우수저류지, 저류옥상 등이 있다.

외부공간의 녹지가 많이 있는 경우는 우수저류지를 조성하는 것이 좋으나 장소가 충분치 못할 경우 빗물 저류조를 지하에 조성하여 빗물을 이용할 수 있다. 우수는 도랑(잔디 또는 자갈, 포장 등)·측구(투수형)의 물을 받도록 체계화한다.

우수저류지는 호우시 저류효과와 우수유출 지연효과가 높아 침투부하를 줄이기 위한 공간에 적용한다. 소요공간이 넓고 정수기능이 없는 단점이 있다((Geiger & Dreiseitl, 1995) (그림 8).

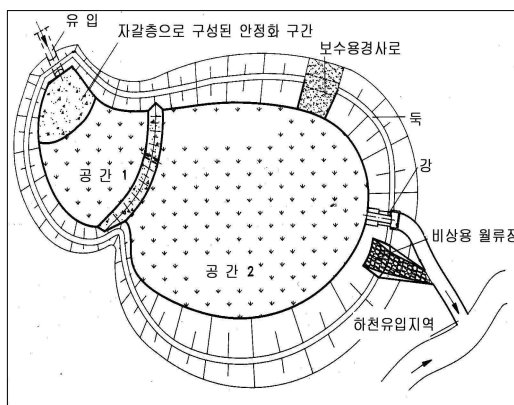


그림 8. 우수 저류지 (출처 : Geiger & Dreiseitl, 1999)

일반 우수지와 달리 저류공간이 있으므로 전 단계에 정수 시설의 설치가 필요하다. 그림 9의 경우는 식생을 통한 전처리 시설, 연못 Biotop을 겸한 우수저류지와 잉여수는 침투웅덩이로 유입하도록 한 예의 단면이다. 저류시설이나 우수지는 규모나 기능을 고려할 때 도시 우수처리시스템의 마지막 단계에 위치하는 것이 바람직하다 (사진 3).



사진 3. 우수지사레 : Karow Nord/ Berlin

2.2.5. 주거단지의 우수배수시스템

우수처리시스템은 전처리 단계, 이용단계, 침투단계, 저류단계, 유도단계로 구성된다. 전처리 단계는 오염물질이 지하수로 유입되는 것을 막는 것으로 반드시 필요하다. 이용단계는 우수를 중수로 활용하여 관수용 등으로 이용하기 위해 저장탱크가 필요하다. 침투단계는 우수를 지하로 침투시키는 단계로 침투가 용이한 지반일 경우에 가능하다. 침투단계는 토양표면 침투, 침투구덩이, 침투연못, 원형침투정, 침투트렌치, 유공관 침투트렌치 등이 해당된다. 그림

6은 토양의 투수성 따라 적합한 우수시스템을 제시한 모식도이다.

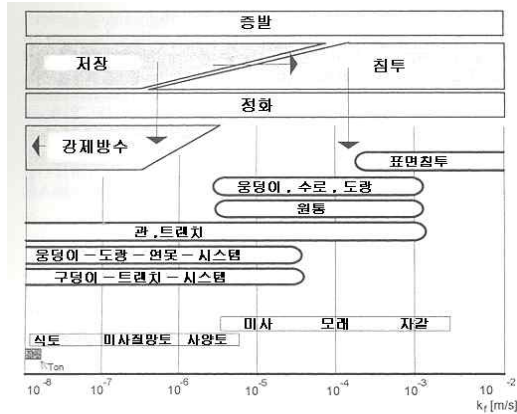


그림 10. 투수성에 따른 우수처리 시스템 적용 모식도 (출처 : Karl & Klaus R. Imhoff, 1999)

저류단계는 침투가 불가능한 지역에서 이용하며 주거단지 지역에서는 소규모 연못 등을 이용한 저류가 가능하다. 유도단계는 각 단계를 연결시켜주는 기술로 건축물에서의 유도는 지상에 명거가 적당하며 단계간의 유도는 지하에 위치한다. 이와 같은 각 단계의 우수배수시스템을 조합하여 각 단지의 특성과 여건에 맞추어 조성할 수 있는 시스템의 예시는 다음과 같다(표 4).

친수 공간과 생태계를 고려한 우수배수시스템의 예시는 아래와 같이 들 수 있다: 강우→도랑→ 우수저류연못(잉여수)→ 침투장치나, 강우→ 옥상녹화지역→ 우수저류연못(잉여수)→ 우수관, 강우→ 우수저류연못(잉여수)→ 습지→ 침투장치, 또는 강우→ 우수저류연못(잉여수)→ 우수관 → 하천.

흙통에서의 우수유도는 유도단계에서 제시한 방안 중 명거로 잔디도랑, 자갈도랑, 포장도랑 등을 연결시킬 수 있다.

장소가 협소한 경우의 예시는 다음과 같다: 강우→ 침투장치(잉여수)→ 우수관→ 하천.

침투장치를 지하에 설치하여 침투를 유도하여 지하수 충전에 기여할 수 있다. 이때 옥상녹화와 유출계수가 낮은 포장 등으로 교체하여 단지내의 전체적인 유출계수를 낮추어 준다.

그밖에 물의 순환이용을 계획할 경우에는 빗물 저장고를 설치하고 상황에 맞추어 빗물연못이나 수경시설 또는 침투시설 등과 연계할 수 있다: 강우→ 우수저장고(잉여수)→ 우수저류연못→ 침투장치, 또는 강우→ 우수저장고(잉여수)→ 수경시설→ 우수관 → 하천.

표4의 우수배수시스템의 예시처럼 다양한 단위시설들을 연계하여 적용할 수 있다. 주어진 단지의 여건에 맞추어 적합한 시설들을 선택하여 인위적인 우수배수를 지양하고 환경 친화적인 우수배수시스템을 조성할 수 있다.

표 4. 우수배수시스템 적용 예시

- a) 강우→ 도랑→ 전처리 식생대→ 우수저류연못(잉여수)→ 침투장치
- b) 강우→ 옥상녹화지역→ 우수저류연못(잉여수)→ 우수관
- c) 강우→ 우수저류연못(잉여수)→ 습지→ 침투장치
- d) 강우→ 우수저류연못(잉여수)→ 우수관 → 하천
- e) 강우→ 침투시설(잉여수)→ 우수관 → 하천
- f) 강우→ 우수저장고(잉여수)→ 우수저류연못→ 침투시설
- g) 강우→ 우수저장고(잉여수)→ 수경시설→ 우수관→ 하천

V. 결론 및 제언

1. 결 론

주거단지의 외부공간을 활용한 친환경적인 우수배수 시스템을 조성하기 위해서는 단지내 외부공간을 Biotop 조성공간과 친수공간을 조성하는 동시에 우수배수 등을 위한 시스템으로 활용될 수 있도록 고려하여야 한다. 각 단계별 우수처리시스템은 전처리 단계, 이용단계, 침투단계, 저류단계, 유도단계로 구성된다. 전처리는 단계는 오염물질이 지하수로 유입되는 것을 막는 것으로 여러 방법들이 있으나 장소가 허락하면 식생대를 조성하는 것이 바람직하다. 침투단계는 우수를 지하로 침투시키는 단계로 침투가 용이한 지반일 경우에 가능하다. 침투단계는 토양표면침투인 투수성포장으로 활용하면 좋다. 침투구덩이 등은 잔디를 심어 비가 오지 않을 경우에는 녹지로도 활용이 가능하다. 저류단계는 침투가 불가능한 지역에서 이용하며 주

거단지 지역에서는 소규모 연못 등을 이용한 저류가 가능하다. 옥상녹화를 보급하여 빗물의 급격한 유출을 막는 것은 건조 Biotop조성을 할 수 있는 동시에 장소가 부족한 경우에는 권장할 만 하다. 장소가 있을 경우는 우수저류지등을 만들어 연못 및 습지 Biotop으로도 활용하면 좋다. 유도단계는 각 단계를 연결시켜주는 기술로 건축물에서의 유도는 지상에 명거가 적당하다.

이상의 연구에서 제시된 기법들은 이론적인 고찰을 중심으로 도출된 것이므로 추후에는 보다 다양한 규모로 실질적인 조성을 통한 기법 제시와 검증이 이루어져야 할 것이다.

2. 제 언

환경 친화적 우수배수시스템의 기본은 우수를 단지 자체 내에서 처리하는 것을 목적으로 하고 있다. 그러나 최근 우리나라에서는 지하주차장을 권장하고 있어 빗물의 순환시스템을 친환경적으로 유도하기에는 많은 문제점을 내포하고 있으며 인공지반 위의 녹화를 생태적 또는 친환경적으로 오해하고 있는 실정이다.

환경 친화적인 주거단지가 되기에는 근본적으로 인공지반보다는 외부공간을 통합화하지 않아야 친환경적인 우수처리시스템으로 유도할 수 있다. 따라서 조경분야에서는 이러한 분야로 나아가도록 많은 노력을 아끼지 않아야 하겠다.

인 용 문 헌

박성우 외. 1995. 응용수문학. 서울 : 향문사.
 민병섭 외. 1973. 신계수문학. 서울 : 향문사.
 이상태. 1988. 우수저류 및 유출억제 방안. 대한토목학회지 36 : 23-31.
 이은희. 1997. 생태학적 측면에서 고찰한 빗물 순환체계와 도시화의 관계. 한국조경학회지 24(4) : 123~131.
 최정권. 1995. 도시 하천환경의 생태적 재생. 한국조경학회지 22(4) : 191-197.
 한영해. 1995. 환경친화적 주거단지 기본계획. 서울대학교 환경대학원 석사논문.
 윤소원. 1997. 수순환형 생태단지 계획기법 적용

에 관한 연구.

김영란 · 김갑수. 1998. 우수저류 · 침투시설의 다기능과 서울시 환경대책. 서울시정포럼 49 : 63-68.
 환경부. 1999. 생태도시 조성 기반기술 개발사업Ⅲ.
 권경호. 1999. 유출수 저류 · 침투를 위한 자연배수체계 설계 지침에 관한 연구-잔디도랑과 우수녹지를 이용한 생태적 도시 물순환 체계를 중심으로.
 김철수. 2000. 단지계획-주거환경계획의 이론과 실제. 서울 : 기문당.
 김귀곤 외. 2000. 물 순환 개선 및 생물다양성 증진을 위한 우수저류 및 침투연못 시스템에 관한 연구. 한국환경복원녹화기술학회지.
 윤여진, 현경학. 2000. 우수유출 저감시설의 최근동향에 대하여. 주택 61 : 138-143.
 Geiger, W. & H. Dreiseitl. 1995. Neue Wege für das Regenwasser. München.
 Hardacker, Eckhard. 1983. Qualitative Wasserwirtschaft in hochversiegelten Gebieten. in : ökologie und Stadtplanung. Grohé. Thomas und Fred Ranft (Hrsg.). Köln : Veering, W. Kohlhammer.
 Hermann, Reimer. 1976. Einführung in die Hydrologie. Stuttgart. Köln : B. G. Teenier.
 Imhoff, Karl und R. Klaus. 1999. Taschenbuch der Stadtentwässerung. München : Oldenbourg Verlag.
 Klaus, W. 1996. Regenwasser in der Architektur. Staufien bei Freiburg.
 Londong, Dieter and Anette Nothnagel, Bauen mit dem Regenwasser. 1999. München.
 Randolph, Rudolf. 1970. Kanalisation und Abwasserbehandlung. 3. Aufl., Berlin.
 Rössert, Robert. 1984. Grundlage der Wasserwirtschaft und Gewässerkunde. München. Wien : Oldenbourg-Verlag.
 Sieker, Friedheim. 1988. Maßnahmen zur Regenwasserversickerung und ihre Auswirkungen auf die technische Infrastruktur. Informationen zur Raumentwicklung. Heft8/9. 543-548. Bonn.

- : Bundesforschungsanstalt für Landeskunde und Raumordnung(Hrsg. & Verlag).
Senator für Bau-und Wohnungswesen. 1991. urban renewal Berlin. Berlin : Senator für Bau-und Wohnungswesen.
Wechmann, Artur. 1964. Hydrologie, München : Oldenbourg-Verlag.
Wundt, Walter. 1953. Gewässerkunde, Berlin, Göttingen, Heidelberg : Springer-Verlag.
Riedl, Ulrich und Oliver Gockel. 1996. Hochwasserschutz in der Landschaftsrahmenplanung : Garten+Landschaft. (1) : 23-27.

接受 2001年 8月 3日