

4차시. 물순환체계를 고려한 도시개발계획

1. 도시화에 따른 물순환과 제도의 변화

가. 도시화에 따른 물순환의 변화

물은 도시를 지탱하고 있는 중요한 요소 중 하나이다. 물은 토지와 산림과 함께 물리적, 생물적 진화과정으로 이루어지고, 인간에 의해 크게 영향을 받는다. 특히 도시화가 되면서 자연적인 물 순환체계는 원래의 자연배수로에 대한 인위적인 변형 또는 인공저수지 조성 등을 통해 새로운 물 순환체계가 만들어진다. 도시인은 흙 대신 콘크리트와 아스팔트를 밟고 다니고, 도시는 녹지와 나무 대신 건물이 건설되고, 자연적 유역에서의 강이나 호수 대신 인공의 집수지나 배수로가 등장하게 된 것이다.



그림 1. Typical Changes in Land Surface for a Commercial Site

일반적으로 도시개발에서는 토지의 특성과 경사도, 녹지와 식생 등에 의해 지표수의 양이 결정된다는 사실을 고려하지 못한다. 이는 결국 수계의 형태와 지형의 변화를 초래하고 하천의 범람, 제방의 침식, 수질오염의 악화, 수계의 어류 감소 등에 대한 원인이 되고 있다.

4차시. 물순환체계를 고려한 도시개발계획

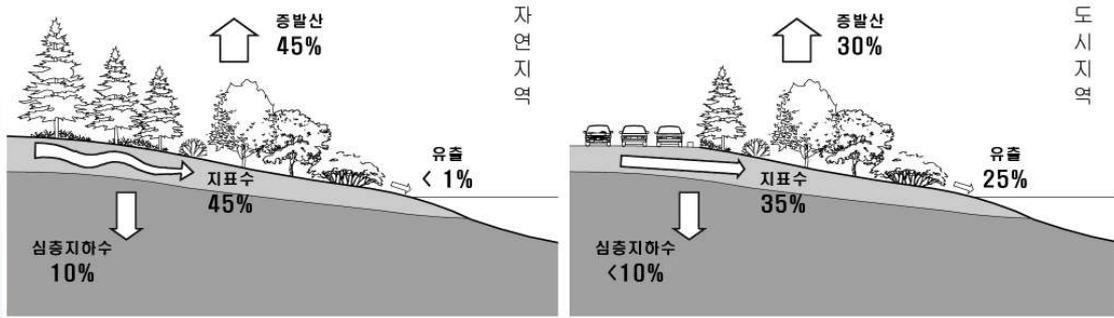


그림 2. 자연지역과 도시지역에서의 물수지의 비교

출처: British Columbia, 2002, p.2-4 재작성

나. 빗물(우수)에 대한 의식과 제도의 변화

우리나라의 경우도 최근(2010년 6월) 환경부가 ‘물의 재이용을 촉진하여 물자원을 효율적으로 활용하고 수질에 미치는 해로운 영향을 줄임으로써 물자원의 지속가능한 이용을 도모하고 국민의 삶의 질을 높이고자’ 물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률’을 제정하였다. 여기에는 특히 우수이용시설을 설치해야하는 대상을 기존에 종합운동장과 실내체육관에서 공공청사로 확대하는 내용이 포함되어 있다.

이처럼 도시에서의 물이 경제적, 환경적 비용에 커다란 영향을 주고 있다는 사실을 인식하면서부터 제도의 변화뿐만 아니라 의식의 변화를 가져오고 있다. 특히 빗물이 대부분 빠른 속도로 배수시설로 유출되어 기존의 하수처리 시설의 규모와 정화 시설의 한계적 부담으로 인한 비용이 지속적으로 증가하고, 극심한 홍수 시에는 규모가 작은 배수처리시설이 이를 감당해야 하는 문제해결 방안이 도시개발계획에서부터 단지설계에 이르기까지 기본사항이 되고 있다.

또한, 최근에는 지자체 차원에서도 도시의 물순환을 위해 우수를 모아 재활용하는 방안들을 다각적으로 모색하고 있다. 특히 수원외의 경우는 Rain City를 모토로 2020년 완료를 목표로 도시전체에 대해 우수를 통합관리하는 시스템을 도입하고자 하고 있다.

이러한 움직임은 도시공간의 변화와 더불어 시민들의 의식을 변화시킴으로써 새로운 패러다임으로 자리매김하고 있다.

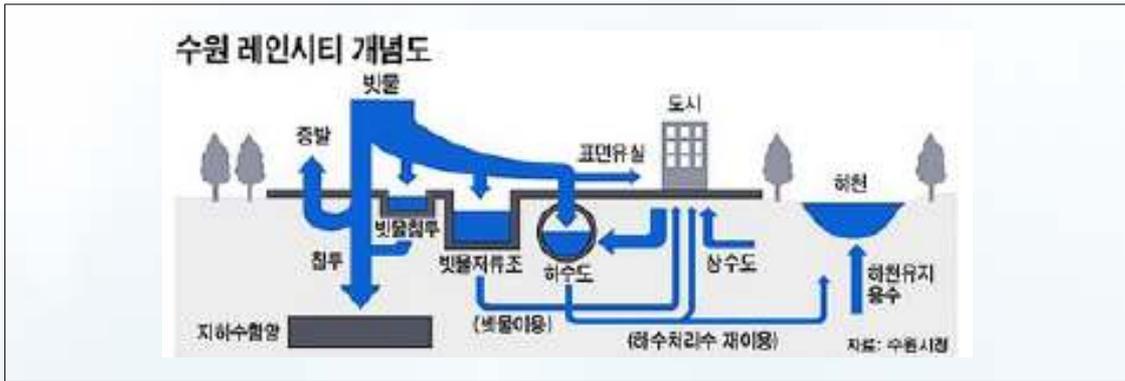


그림 3. 수원 레인시티 개념도 (출처: 조선일보 2009년 2월 17일 16A면)

2. 물순환을 고려한 도시개발 계획기법: LID(Low Impact Development)

물순환을 고려한 도시개발은 전세계적으로 관심을 가지고 있는 분야중 하나이며, 최근 미국과 유럽을 중심으로 확대되고 있는 계획기법중 하나가 LID(Low Impact Development)이다. 본 장에서는 LID 기법을 중심으로 물순환체계를 고려한 도시개발 계획기법을 살펴본다.

가. LID 기법 도입의 배경 및 특징

물순환기능을 고려한 친환경적 도시계획기법인 저영향개발기법은 1990년대 미국의 프린스 조지 카운티의 우수관리계획으로부터 시작되었다. 최근에는 스마트성장을 위한 최적개발기법 (Best Development Practices)으로서 도시계획분야에서 새롭게 논의되고 있는(Ewing, R., 2007) 저영향개발은 Bioretention(raingarden) cell의 적용에서 시작되어 우수의 저류 및 오염원 정화의 효과가 나타나면서 1998년 최초의 LID 매뉴얼 작성을 계기로 확대되기 시작되어 2000년 미국 국가차원에서의 매뉴얼로 확대되었다.



그림 4. Bio-retention(Rain garden)



그림 5. Vegetated swale

저영향개발(LID)기법은 다양한 전략과 요소를 우수 유출수 발생 단계에서 고려할 수 있도록

4차시. 물순환체계를 고려한 도시개발계획

토지이용계획 내 포함시킴으로써 강우 유출수를 분산식으로 관리하는 접근방법이라고 할 수 있으며, 혹은 자연상태와 유사한 물 순환 체계를 도시지역이 지닐 수 있도록 하는 접근 방법으로 기존의 수질개선을 위한 대규모 시설 뿐만 아니라 도시지역 전체의 토지이용계획의 수립을 통한 강우 유출수 관리 접근 방식 등으로 정의할 수 있다(U.S. Department of Housing and Urban Development, 2003).

특히, 기존의 자연지역을 최대한 보전함으로써 자연 상태의 수문학적 패턴을 유지하거나 유사하게 창출하는 전략(PSAT, 2005)으로 지표수 및 지하수의 보전은 물론, 다기능 설계요소의 적용을 통해 하천을 포함한 자연생태계와 생물자원의 유지가 가능한 도구(김귀곤, 2009)이기도 하다.

최지용 등(2009)은 LID기법은 소유역단위, 분산식 관리기술로 단지설계 기법들과 결합될 수 있고 건축물, 기반시설 및 조경설계에도 통합될 수 있음을 언급하면서 다양한 빗물유출수 관리기법을 포함하고 있기 때문에, 설계 시 각종 시설규제, 자원보호, 단지의 제약점들을 모두 고려할 수 있으며, 신규개발사업 뿐만 아니라 기존 도시의 개선사업 등에도 적용될 수 있음을 시사하였다.

즉, LID는 경관을 바탕으로 지속가능한 개발을 위한 통합적 접근이며, 기존 자연시스템과, 수문, 생태계를 유지하기 위한 전략이며, 신도시 개발과 기존도시의 재생에 적용될 수 있는 단순한 기술을 통해 저비용의 유연성을 갖는 접근이라고 할 수 있다. 실제로 여러 사례들을 보면 LID는 국가나 도시별로 다양한 용어로 언급되고 있다.

Tip.

LID는 Source control, Green infrastructure, Natural drainage system, Sustainable stormwater management, Conservation development, Alternative stormwater management, Better site design, Low-impact urban design and development(ECOnorthwest, 2007), Green Stormwater Infrastructure(Seattle), Water Sensitive Urban Design(WSUD: Australia), Sustainable Urban Drainage System(SUDS)으로 정의되거나 언급되기도 한다.

나. LID의 공간적 계획기법

여러 문헌을 통해 기존의 설계기법과 저영향개발기법의 설계기법이 다양하게 비교될 수 있는데, 접근방법 및 내용에 있어서는 다음 <그림 7>과 같이 비교될 수 있다.

기존의 접근방식이 빠른 배수를 목표로 하천체계와 우수관거시스템을 도입하고, 인공적인 대규모 BMP시설의 도입을 통해 비점오염원 처리를 도모하는 것과는 달리, 저영향개발기법의 경우 개발이전의 수문학적 특성의 구현을 목표로 물순환체계를 구축하기위해 하천의 부하를 감소시키고 비점오염원의 하천유입을 감소하기 위한 물순환체계 요소들을 토지이용계획 및 설계단계에 적용하고 있다. 이는 기존 방식의 초기의 고비용의 시설투자비용의 부담과 유지

4차시. 물순환체계를 고려한 도시개발계획

관리에 소요되는 인력과 비용을 극복할 수 있는 점에서도 차이점을 찾을 수 있다.

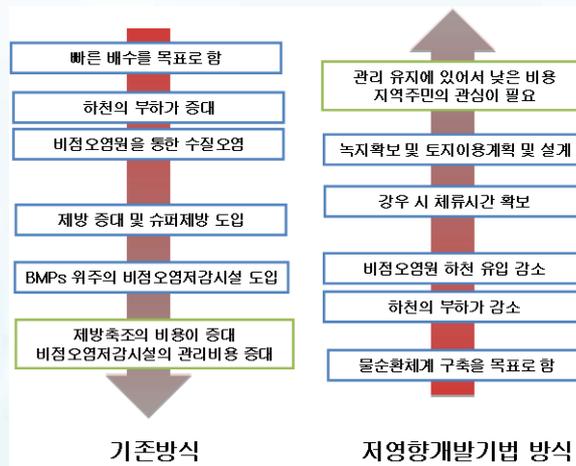


그림 7. 기존 방식과 저영향개발기법 방식의 비교

다. LID기법의 적용 예시

저영향개발기법을 경상북도 청송군 청송읍 일원에 도시재생의 기법중 하나로 적용해 보았다. 전용전후의 우수의 배수패턴은 다음 <그림>과 같이 기존에는 산림에서 지표수가 횡단하는 도로변을 따라서 흘러가고 있으며, 연접된 강의 수변지역은 침수구역이 넓은 면적 분포하고 있는 것을 살펴볼 수 있다. LID기법 계획에서는 적용 후 도로변을 따라서 형성되어 있는 자연배수시스템 및 녹지공간 등으로 우수가 침투 및 저류되고, 공공건축물을 중심으로 한 옥상녹지 등으로 우수의 저장이 이루어지도록 계획하였다.



그림 8. LID 적용전후의 배수패턴의 비교

LID 기법의 적용과정은 다음과 같이 크게 6개의 단계로 구분될 수 있는데, 1단계는 보전지역 및 공공시설구역의 기능을 설정하는 단계이며, 여기에서는 침수되는 지역은 수변완충공간으로

4차시. 물순환체계를 고려한 도시개발계획

계획되고 있다. 2단계에서는 도시재생적 측면에서 존치가능한 구역과 재개발이 반드시 요구되는 지역으로 구분하게 되는데, 특히 재개발구역은 우수의 침투 및 저류가 최대화되도록 계획된다. 3단계 투수면적 확대를 위한 공간계획이 수립되는데, 여기에는 오픈스페이스를 최대한 확보하고 옥상녹화를 도입할 수 있는 계획이 모색된다.

4단계 분산형 빗물관리체계 구축을 위한 공간계획에서는 우수의 분산침투 및 저류가 이루어질 수 있도록 도로변 자연배수시스템 도입 및 오픈스페이스를 중심으로 한 배수구역 설정계획 등이 포함된다. 5단계과 6단계에서는 설계기술 개선을 통한 향상계획으로, LID 계획요소들을 각 공간 별로 배치하는 계획들이 고려된다. 여기에는 하천변 완충녹지는 물론, 도로의 침투성 포장재의 도입, 건축물에서의 우수저장탱크, 건정 등의 도입 등도 포함된다.

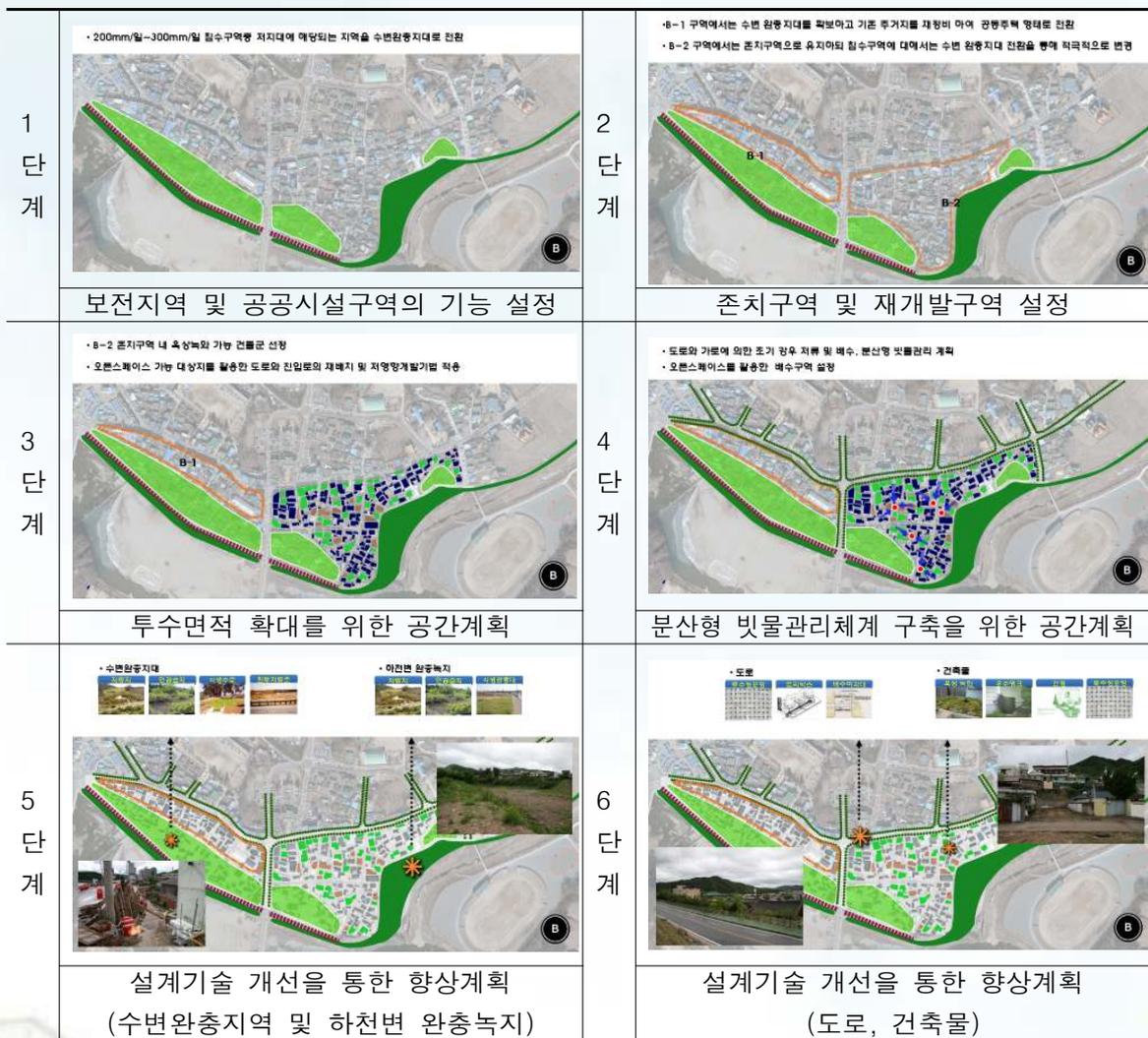


그림 9. 세부구역 적용 과정

3. 물순환을 고려한 주거단지 사례: 독일의 크론스베르그(Kronsberg)

4차시. 물순환체계를 고려한 도시개발계획

가. 크론스베르그 개요

크론스베르그는 독일 북서쪽에 위치한 하노버시에서 15km 떨어진 농업지역으로 가장 높은 지대에 위치하고 있으며, 약 1,200 ha의 면적에 총 6,000가구 15,000명이 거주하고 있다. 조성은 크게 1단계와 2단계로 구분되는데, 1단계는 2000년에 수용인원 1,000명을 기준으로 숙박거주지와 Expo 진행요원의 숙소 용도로 건축되었으며, 2단계인 2008년에는 3,000명의 거주지역 건설이 이루어졌다.

표 1. 대상지 개요

구분	내용
위치	· 독일 북서쪽에 위치한 하노버시에서 15km 떨어진 농업지역으로 가장 높은 지대에 위치
면적	· 약 1,200 ha(총 6,000가구/15,000명)
조성시기	· 1단계: 2000년(수용인원 1,000명의 숙박거주지와 Expo 진행요원의 숙소 용도로 건축) · 2단계: 2008년(3,000명 거주지역 건설)

이 단지는 토지이용 절약을 위한 고밀도의 개발이 이루어지고 있다. 단지가 접한 부분에서는 상업시설, 문화시설, 종교시설을 배치하여 단지를 복합용도로 계획하였다. 단지내에서는 보차분리가 이루어지고 있으며, 자동차의 속도역시 제한되고 있다. 도심부와는 대지의 서측 경계부분을 따라 건설된 도시전철에 의하여 연결되고 있으며, 주차장은 작은 단위로 분산되어 개발되었다. 하노버시에서는 오픈스페이스 증대를 위하여 가구당 0.8대의 주차공간만을 허용하는 조례를 통과시켰고, 이에 따라 본 사례단지에서도 단지내의 주차공간을 최대한 억제한 모습을 보이고 있었다.

수자원의 활용과 빗물의 이용을 위해 불투수성포장면적을 최대한 억제하고 우수저장고의 분산을 통한 수자원절약이 이루어지고 있다. 그리고 모아진 빗물은 가정의 화장실이나 정원의 조경수로 사용되고 있다. 특히 이 단지의 우수관리체계는 단지 전체를 연결하고 있으며 곳곳에 자연 우수저장 하천이 다양한 디자인으로 건설되었다. 또한 홍수재해 피해를 억제하는 기능이 함께 고려하여 하천은 빗물의 침투와 저장을 고려한 생태적 하천으로 조성되고, 단지 남부외곽에는 자연녹지로 대규모의 빗물침투공간으로 역할을 하고 있다. 그 외에 생태적인 측면에서 살펴보면, 먼저 에너지적약에 있어서, 지방 공익 사업체에서 패열발전공장(CHP)을 설치하여 각 주호에 네트워크된 난방시스템에 의해 난방을 공급하며, 100개 주호와 어린이센터는 태양열 난방 시스템을 도입하고 있다. 현재 단지 서쪽에 설치된 풍력발전을 통한 전력공급도 이루어지고 있어, 매우 다양한 형태의 대체에너지 이용을 보이고 있었다. 폐기물의 처리에 있어서, 건설단계에서 쓰레기가 적게 나오는 공법을 사용하는 등 쓰레기 재활용이 이루어지고 있다.

4차시. 물순환체계를 고려한 도시개발계획

또한 적극적인 주민의견의 반영을 통한 계획과 개발 후 관리, 유지를 위해 참여가 이루어지고 있으며, 단지중앙에는 유치원과 초등학교 등의 교육시설과 커뮤니티 시설 및 프로그램, 의료센터 등의 복지시설이 계획되어 있다. 다양한 사회계층의 공존을 위한 입주자 지원 장려금의 지원제도를 운영하여 사회적 경제적 혼합을 이룰 수 있는 기반을 마련하였다. 크론스베르그는 2000년 세계 EXPO 2000 유치를 계기로 1998년에 독일 연방정부에서 제안하고 하노버시장이 대규모 주거단지 조성 프로젝트에 동의하면서 시작되었다. 엑스포 프로그램의 구성요소로 조성되었으며, 하노버 대학의 경관계획 및 자연보전 연구소(Institute for Landscape Planning and Nature Protection)에서 연구과제를 수행하였으며, 조경가인 Kienast의 설계를 바탕으로 조성되었다. EXPO 2000의 “인간, 자연, 기술”의 테마에 맞게 개발되어 단지 내의 지역적 정체성을 확립하는 등 사회적 측면에서의 고려도 이루어지고 있는 것으로 나타났다.



그림 10. 크론스베르그 위치도(출처: Hannover, 2000, p.6)

나. 물순환체계 측면에서의 특징

크론스베르그는 이·치수 물순환형 습지가 도입된 주거단지이자, 생태형 도시습지가 도입된 주거단지로 구분할 수 있다. 다음과 같이 저류형 습지 및 침투형 습지, 습지연계 기타 물순환 시스템의 도입측면에서 이·치수 물순환형 습지가 도입된 주거단지로 구분되며, 야생동물 서식처 제공 습지의 조성 측면에서 생태형 도시습지로 구분된다. 유형 및 세부적인 도입요소들의 특성을 살펴보면 다음 <표>와 같다. 유형 및 세부적인 도입요소들의 특성을 살펴보면 다음 <표>와 같다.

표 2. 물순환체계 유형 및 대상지 현황

구분	대상지 현황
----	--------

4차시. 물순환체계를 고려한 도시개발계획

<p>저류형 습지</p>	 <ul style="list-style-type: none"> · 단지내부에서 모아진 우수 등이 최종적으로 모이는 저류지로 주민들의 휴식처이자 조류를 비롯한 다양한 생물이 살아가는 공간으로 활용되고 있음. 주변은 저류지로 물이 유입될 수 있도록 약간의 경사가 저있으며, 대부분 녹지공간으로 되어 있어 폭우 등에도 대비할 수 있는 규모임
<p>침투형 습지</p>	 <ul style="list-style-type: none"> · 단지에서 나오는 우수가 한곳에 모이는 저류연못으로 연못주변으로 클러스터 형태의 건축물이 배치되어 있음. 건물에서 모인 우수는 인공수로를 통해 연못으로 유입됨
<p>습지연계 기타 물순환시스템</p>	 <ul style="list-style-type: none"> · 도로가운데와 가장자리에 조성되어 있는 도로변 자연배수체계로 우수의 침투와 우수가 함께 이루어지며, 홍수 등을 고려하여 물의 흐름을 조절할 수 있는 수제가 조성되어 있음. 초본성 식물은 물론, 관목, 교목성 식물이 식재되어 있어 야생동물의 이동통로와 녹지축으로서의 기능도 함께 수행함  <ul style="list-style-type: none"> · 건축물은 물론, 자동차, 보행자 도로로부터 유입되는 물들이 흐르는 단지 내 도랑과 트렌치 시스템으로 물순환체계의 연결성을 도모함은 물론, 단지 중간에 조성되어있는 소규모 연못과 녹지공간 등을 연계시키는 기능도 함

4차시. 물순환체계를 고려한 도시개발계획

<p>야생동식물 서식공간 제공습지</p>	 <p>· 수서곤충, 조류 등의 서식처가 되고 있는 초등학교 생태연못으로 부들군락 및 버드나무 군락 등이 서식하고 있음. 초등학교 건물에서 집수된 우수가 주된 수원으로 환경교육 등이 여기서 실시되고 있음</p>
--------------------------------	---

• 물순환체계 요소별 네트워크 현황

다양한 형태의 물순환체계 요소들이 유기적으로 연계되어 물순환체계를 형성하고 있는 네트워크 현황은 다음 <그림>과 같다.

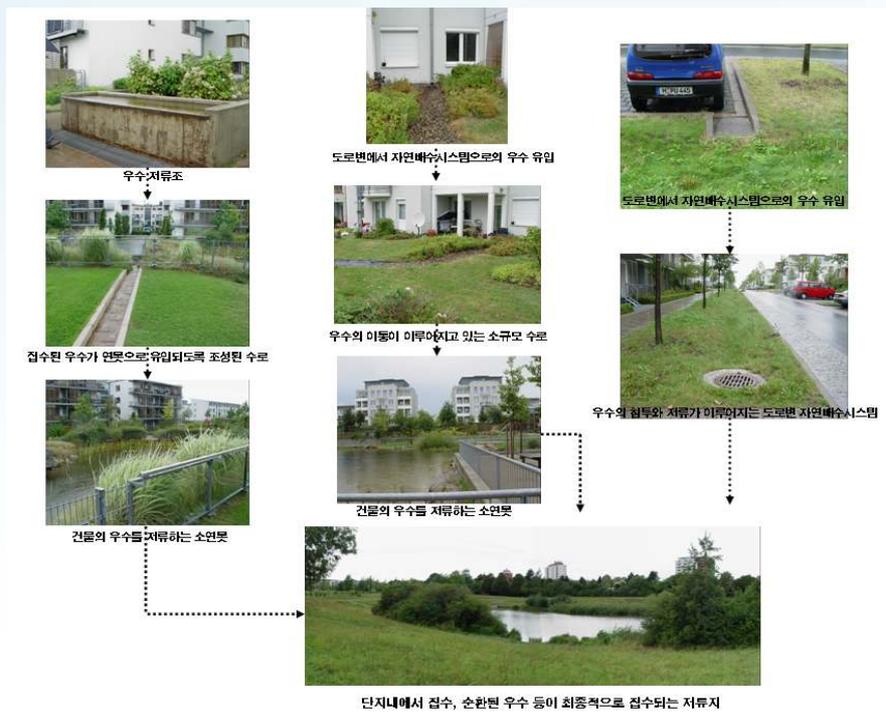


그림 11. 크론스베르그의 물순환체계

위의 <그림>에서와 같이 각 단지별 주거지 건축물에서 우수를 최대한 집수하여 소규모 연못으로 흘러 보내 일시적으로 저류하였다가 녹지공간 및 도로변 자연배수체계로부터 모아진 우수와 함께 연계된 실개울을 통해 최종적으로는 단지 외곽의 저류지로 집수되게 함으로써 도시 전체의 물순환체계를 구축하고 있다.

4차시. 물순환체계를 고려한 도시개발계획

- 물순환체계의 주요 컨셉

크론스베르그의 물순환체계의 주요 컨셉은 <그림>에서와 같이, 크게 반자연적 분산형 우수관리체계를 도입하고 있으며, 식수의 경제적 관리를 위해 절약형 시스템을 도입하고 있으며, 물에 대한 인식 증대를 위해 도시 내 다양한 물순환체계 요소의 도입은 물론, 관련 교육프로그램을 운영하고 있다.

- 반자연적 분산형 우수관리체계
- 식수의 경제적 관리
- 물에 대한 인식의 증대

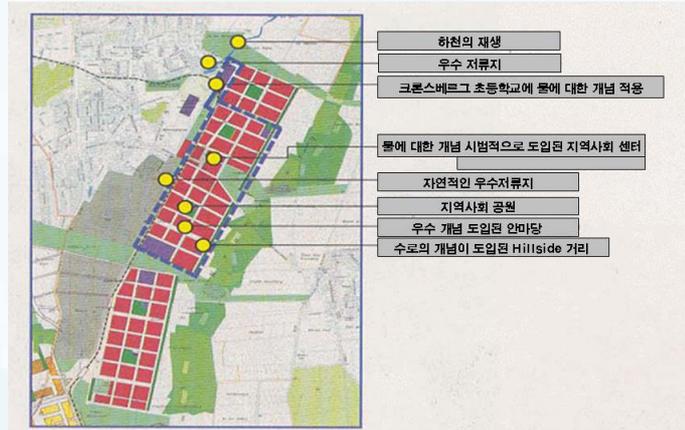


그림 12. 크론스베르그 Water 컨셉(출처: Hannover, 2000, p.20)

- 개발전의 수체계의 고려

크론스베르그 물순환체계의 가장 큰 특징은 개발 전의 특성을 최대한 고려하여 계획에 반영하였다는 것이다. 개발전의 자연상태와 유사한 자연적인 물순환체계 구축하기 위하여, 침투(infiltration), 저수(retention), 조절에 의한 방출(release)를 적절하게 조화시킨 시스템을 도입하고 있다.

- 자연의 우수체계와 근접한 물순환체계 요소의 도입

앞서 물순환체계 주요 컨셉에서도 보았던 바와 같이 크론스베르그는 자연에 가까운 우수시스템을 위해 도랑과 트렌치 시스템(Gully-and-trench), 수제(Sluiced Channels), 저수 지역(Retention areas), 우수 저류지, 도랑형 배수구 등을 조성하고 있다. 특히 도로와 같은 공공 공간에는 오목한 형태의 자연배수시스템 도입하고 있는데, 다음 <그림>은 Hillside 거리에 수로의 개념을 도입하여 우수의 침투 및 유입, 저류 등이 가능한 물순환체계 및 녹지공간을 조성하고 있는 것을 살펴볼 수 있다.

4차시. 물순환체계를 고려한 도시개발계획



그림 13. 도로 가운데 우수의 침투 및 유입을 통해 저류가 되도록 구성되어 있는 Hillside 거리의 물순환체계 시스템(출처: Hannover, 2000, p.23)

• 수체계와 녹지체계의 통합

크론스베르그의 녹지체계는 물순환체계와 통합하여 다기능 서식처 네트워크에 초점을 맞추어서 조성하고 있다. 그 예로 가로수 공간 조성에서도 녹지와 물시스템이 공존하는 형태(오목한 형태)로 자연배수체계를 조성함으로써 다양한 야생동물의 이동, 우수침투, 녹지공간 확보 등 다양한 기능을 담고 있고 있는 것을 살펴볼 수 있다.

다음 <그림>은 도로변 자연배수체계를 보여주고 있는 것으로 녹지와 수체계의 통합적 조성을 보여주고 있다.

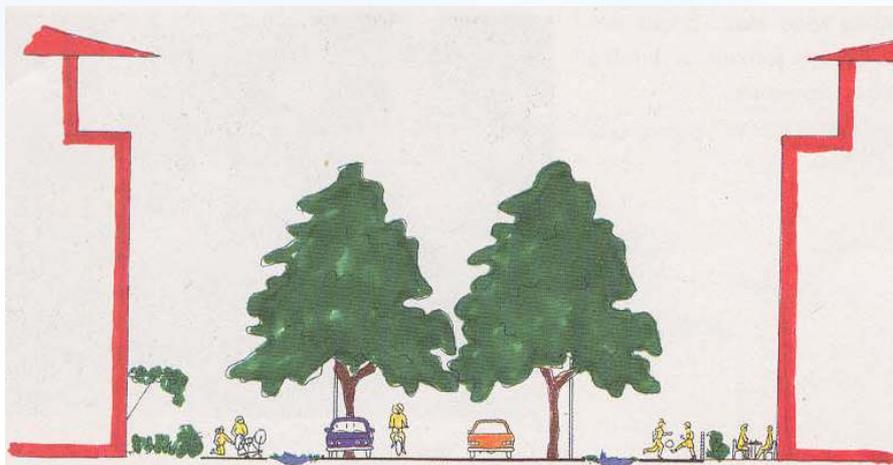


그림 14. 도로변 자연배수체계(출처: Hannover, 2000, p.21)

• 우수수집과 연계된 공원의 조성

크론스베르그 중앙공원의 경우, 우수의 이동시 소리효과를 내도록 하여 이용자들이 즐길 수 있도록 하고 있으며, 우수가 공원내 저류지로 모이도록 계획하고 있다. 우수 수집장치의 경우 각각의 수로에 정화용 필터를 설치하고, 수로의 혼합과 분리에 서로 다른 시스템을

4차시. 물순환체계를 고려한 도시개발계획

적용하고 있는 것이 특징이다.

• 우수의 집수 및 이동을 고려한 수로의 건설: 분지-도랑 시스템

크론스베르그는 지상, 지하부를 접목한 수집방법을 통해 효과적인 우수의 지수를 유도하고 저장량을 넘는 부분만 하천으로 흐르게 하는 시스템을 도입하고 있다. 이러한 시스템은 크론스베르그 전역의 보행자 도로 및 차도 주변에 함께 만들므로써 그 효과와 효율성을 높이고 있다. 또한, 우수가 하천으로 유입되는 시간을 최대한 지연시키는 시스템을 구축하여 홍수 위험을 방지하고 있다.

저류조의 우수는 정원수의 물로 사용되거나 아이들의 놀이공간 및 동식물의 습지로 활용되도록 하고 있으며, 우수의 수집방법은 크게, 바닥면을 통한 직접수집방법, 도랑을 통한 수집방법, 배수관을 통한 수집방법, 지상, 지하부를 접목한 수집방법, 빗물 수집탱크를 통한 수집방법으로 구분된다(김원현, 2006).

• 우수저장장치

초등학교에 우수침투, 저수 및 방출의 통합시스템 도입을 통해 학교 내 정원 및 화장실용으로 활용함으로써, 학생과 학부모의 물소비 습관에도 간접적인 영향을 미치며, 초등학교 주변에 연못을 조성하여 자연스러운 생태학습의 효과를 높이고 있다.

학교에서 사용되어지는 화장실 물은 학교 앞 연못에서 모아진 물을 끌어다가 사용하고 있으며, 이러한 적극적인 빗물수집장치의 활용으로 연 550m³의 물을 절약하고 있다. 또한, 주거단지내 정원에 연못을 만들어 친수공간을 조성하고 우수의 저장고로 활용하고 있으며, 옥상녹화, 테라스 녹화, 벽면녹화를 통해 우수를 효율적으로 수집할 수 있도록 하고 있다.

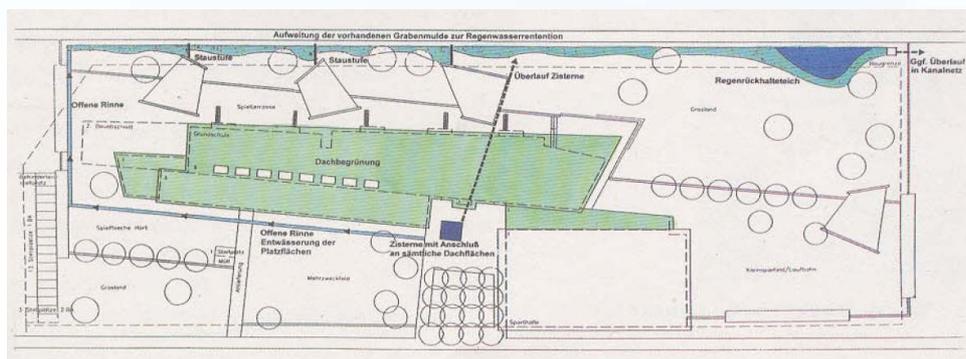


그림 15. 저류된 우수를 활용해 생태연못을 조성한 크론스베르그 초등학교에서의 Water 컨셉(출처: Hannover, 2000, p.23)

• 주거단지내 정원의 활용

크론스베르그는 주거단지내 정원을 활용하여 우수의 저류 및 활용, 물순환체계의 기여 등을 기하

4차시. 물순환체계를 고려한 도시개발계획

고 있는데, 그 특징은 주택단지를 ㄷ자, ㄱ자, ㄴ자 형으로 배치하고 그 사이 공간에 정원을 적극 도입하여 이 공간을 빗물저장고로 이용하고 있다는 것이다.

가운데 정원에 연못을 만들고 받아들인 빗물을 이곳에 모아둠으로써 또 하나의 기능적 공간으로 활용하고 있다. 빗물저수관의 매설은 주거지역과 연계하여 또 다른 용도로 쓰여지는데, 빗물수집장치에 의해 이곳에서 모여진 물은 집집마다 설치된 태양에너지 이용시스템에 의해 온수로 이용될 수 있도록 만들어져 있다.

다. 크론스베르그의 시사점

크론스베르그는 계획 초기부터 단지 전체의 수체계를 고려하여 다기능 공간 창출을 유도하는 계획을 수립함으로써 결과적으로 단지 전체의 물순환체계는 물론, 야생동물의 서식처 및 이동통로, 녹지축, 도시 쾌적성 향상 등을 도모하고 있다. 이러한 특징으로 세계에서 가장 대표적인 빗물저장 및 침투시설을 잘 갖춘 물순환형 주거단지 모델 중 하나이다.

효율적인 저류지, 저류조 시스템을 도입해 자체 홍수방지 대책을 마련하였을 뿐만 아니라, 여가, 교육 및 수자원 절약 등 다양한 분야에 폭넓게 활용하고 있다. 우수의 체계적인 저류방식 및 정화방법을 활용하여 우수의 재이용을 극대화하고 있으며, 정원수 활용은 물론, 아이들의 놀이공간 및 동식물의 서식처인 습지 등 다양하게 이용하고 있는 것도 주요한 특징 중 하나이다. 또한, 단지의 계획에 있어서도 물순환체계 요소와의 유기적 연계를 고려하여 조성하고 있다.

홍보용(전문가용) 비디오 및 책자의 제작을 통해 물의 가치에 대한 습관과 의식 변화 도모를 도모하고 이를 기반으로 고급문화와 기술의 수출을 모색하여 단지, 시, 더 나아가 국가의 가치를 높이고 있으며, 계획초기부터 시청의 건축가, 일반 주민 등 다양한 이해당사자들의 참여프로그램을 적극적으로 도입한 점은 시사하는 바가 크다. 특히 저류지와 연접해 있는 우수를 활용한 초등학교의 습지는 생물다양성을 높이는 데에도 크게 기여하고 있다.

라. 대상지 모습



4차시. 물순환체계를 고려한 도시개발계획



그림 16. 자동차 도로 사이에 조성된 녹지축이자 우수의 침투가 가능한 자연배수시스템



그림 17. 단지에서 나오는 우수가 한곳에 모이는 저류 소연못



그림 18. 인공수로를 통해 단지에서 저류 소연못으로 유입되고 있는 우수



그림 19. 경사를 이용해 우수의 저수 및 흐름이 잘 되도록 조성



그림 20. 학교내 우수를 집수하여 수원으로 활용한 습지



그림 21. 주민들의 휴식처이자 조류를 비롯한 다양한 생물이 살아가는 공간으로 활용되고 있는
저류지

4. 소결

도시환경문제를 해결하기 위해서는 생태도시의 원리인 순환적 도시의 신진대사 작용에 관한 이해를 통해서 그 해결방안을 찾아야 한다. 도시의 물순환체계도 빗물의 형태로 유입된 강우량을 인공수로 등을 통해 선형적체계에 의해 외부로 보내는 것이 아니라, 침투와 저류, 재이용의 형태로 순환하여 외부로의 방출을 최소화해야하는 것이다. 따라서 앞으로 도시개발을 위한 계획 및 설계에서도 순환적 도시의 신진대사 작용에 기여할 수 있도록 도시의 오픈스페이스, 소규모 녹지 등에 일정량의 홍수를 저장하도록 하여 도시의 수문학적 균형 및 기후조건을 향상시키고, 또한 여러 가지 환경적, 사회적, 미적 혜택을 반영하여 일상생활과 자연형성 과정을 밀접하게 연관시키려는 노력이 필요하다. 이러한 노력은 이제 선택이 아니라 필요조건이 되고 있다.

참고문헌 및 인용문헌

- 김귀곤, 1993, 『생태도시계획론』. 서울: 아카데미서적. pp. 114-122.
- 김귀곤, 2002, 『습지와 환경』. 서울: 아카데미서적. p. 52. p.119.
- 김귀곤, 박미영, 최희선, 2006. 야생동물을 배려한 유럽도시 조성사례: 물을 중심으로 한 주거단지 및 생물서식처를 중심으로. 조경시공. pp56-65
- 김원현. 생태단지 크론스베르크의 빗물활용계획. 환경과 조경 통권 제19호. 60-67
- 김정곤. 2008. 「행복도시건설 프로젝트; 자원절약형 도시를 향해 출발, The Environment」, 76-81p.
- 민경석(2006). 도시에서의 물순환과 재이용. 제14회 세계 물의 날 심포지움. 발표 PPT.
- British Columbia(2002). A Guidebook British Columbia: Stormwater Planning.
- Douglas, Ian(1983). The Urban Environment, London: Edward Arnold. pp.51-67.
- Hannover, 2000, Hannover Kronsberg: Model of a sustainable new urban community. p.9, 20, 21, 23
- Minnesota Pollution Control Agency, 2008, Minnesota Stormwater Manual.
- UNESCO(1997). Impact of urbanization and industrialization on water resources planning and management: a contribution to the International Hydrological Programme. p.19-29.