

저영향 개발(LID) 기법 Low-Impact Development



목차

I. 개요

II. 관련 법·제도 현황

III. LID 기법 종류

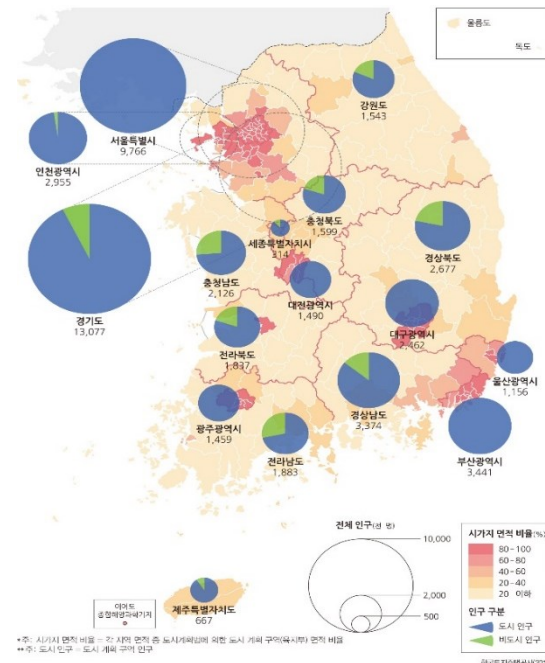
IV. LID 기법 적용 사례

I . 개요

01 도시화의 이면

- 우리나라는 1960년대 이후 산업화를 본격적으로 추진하면서 도시화 시작
- 현재는 **도시화율이 약 90%** 정도로 대부분의 인구가 도시에 거주
- 우리나라는 유럽, 미국 등과 같은 선진국에 비해 산업 발달이 늦어져 도시화가 지연되었으나 수도권과 남동 임해지역의 도시들이 크게 성장하면서 도시화가 급속히 진행

우리나라 도시화율



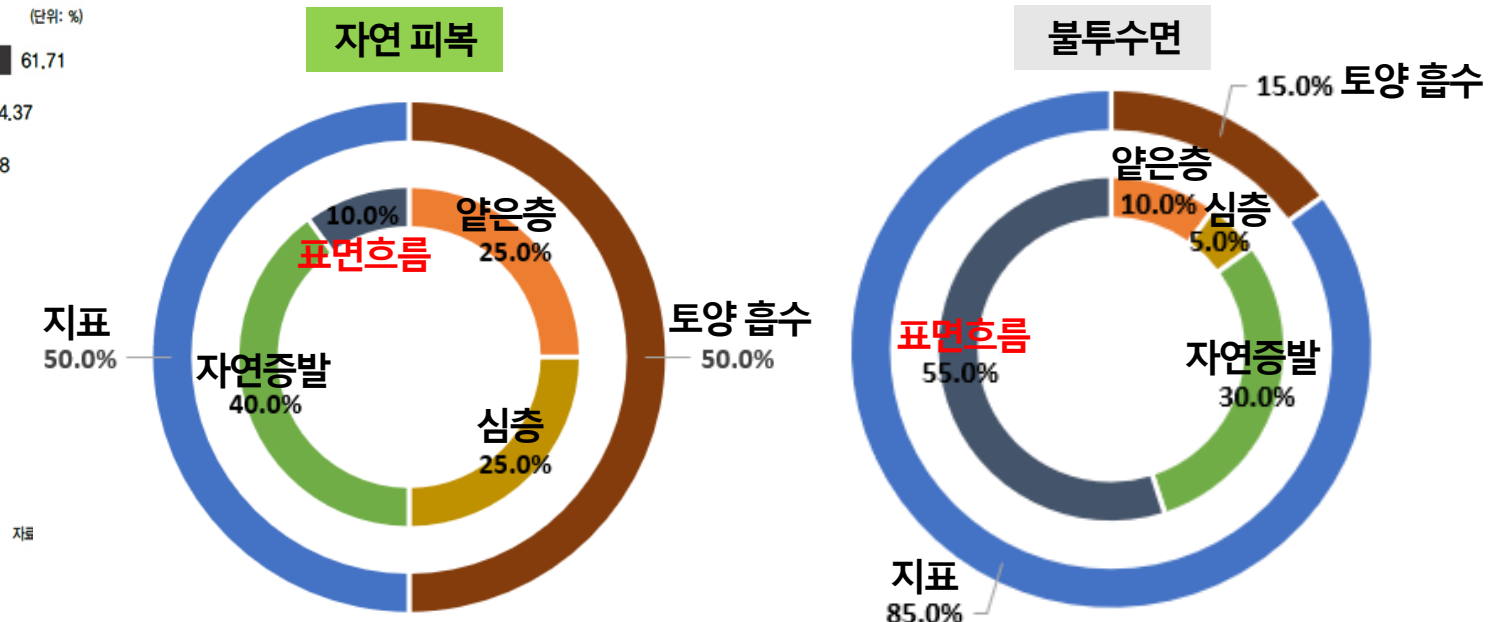
01 도시화의 이면

- 도시화는 인구 증가와 도로, 주차장, 공장부지, 대지 등 불투수면적의 증가 야기
 - 불투수면적의 증가는 **자연의 물 순환구조 왜곡**
 - 자연 피복상태에서 강우 시 : 토양 흡수 50% + 자연증발 40% + 표면 흐름 10%
 - 반면, 불투수면이 75% 이상인 도시 : 토양 흡수 15% + 자연증발 30% + 표면 흐름 55%
- 도시 침수, 수질 악화, 생물종 다양성 저하, 지하수 고갈, 도시 열섬현상 심화 등 악영향

불투수 면적률 상위 10개 지자체 (단위: %)



한강고양권역 26.7%
서울 청계천 715%(최대)



02 도시 가속화로 인한 물 순환 장애 발생

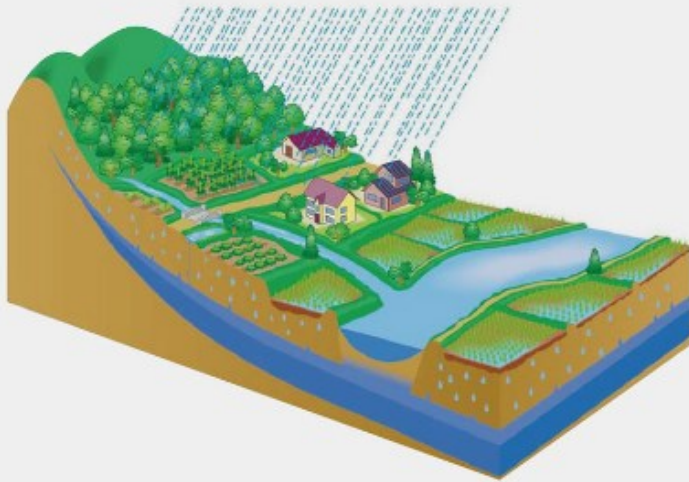
- 도시 가속화로 불투수면적에서의 **빗물 표면 유출량 증가**로 인해 **토양으로의 유입 차단**
→ **생태계의 심각한 물 순환 장애 발생**

과거

자연스러운 물순환 토양의 보수, 침투 능력이 높음



» 지중으로의 우수침투량이 많고, 지표면에서 하천으로 직접 흘러가는 표면 유출량이 억제된다.

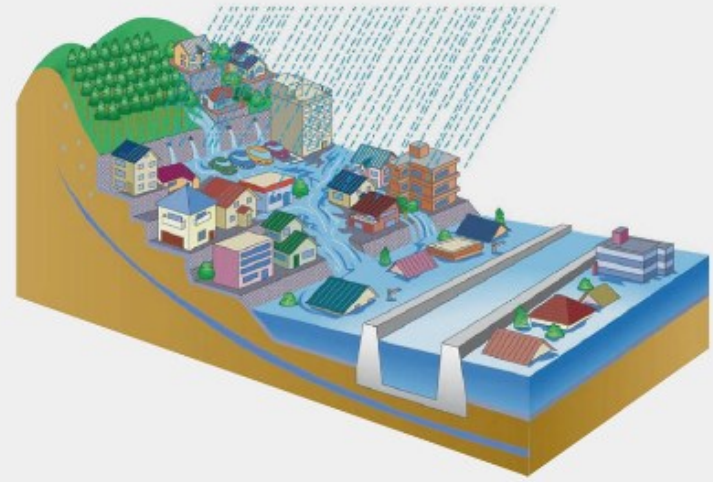


현재

물순환의 장애발생 도시화에 의한 지표유출량 증대



» 콘크리트 빌딩이나, 아스팔트도로 등 불 투수면적이 늘어나면서 단시간의 우수유출량이 증대된다.



02 도시 가속화로 인한 물 순환 장애 발생



도시 홍수



가뭄



수질오염



하천 건천화



생태계 파괴



도시 열섬현상 심화

02 도시 가속화로 인한 물 순환 장애 발생

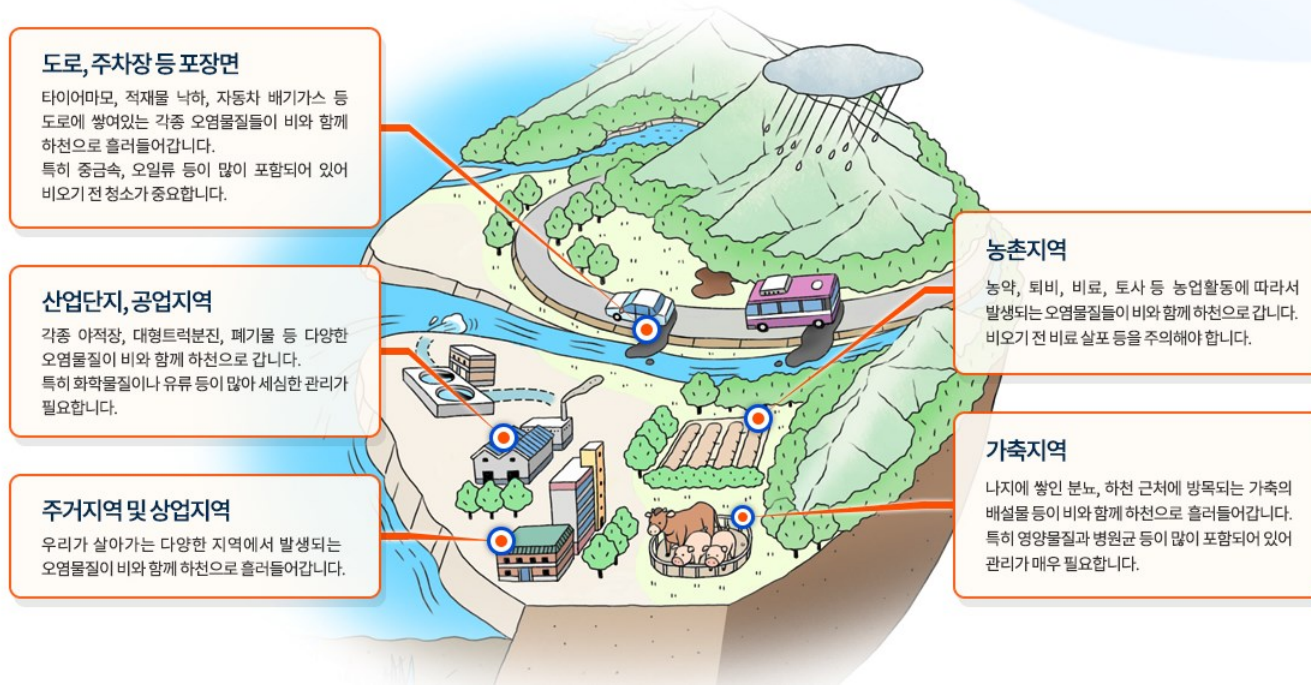


자료 : 그린인프라 저영향개발 정보포털

03 비점오염원이란?

- 도시, 도로 농지, 산지, 공사장 등으로부터 **불특정 장소에서 불특정하게 수질오염물질을 배출**하는 배출원 (물환경보전법 제2조제2호)









비점오염원은 가정, 공장, 축사, 도로 등
우리 주변 어디에서나 발생하는 오염원입니다.



04 비점오염원 vs 점오염원

비점오염원	구분	점오염원
공장, 가정하수, 분뇨처리장, 축산농가 등	배출원	대지, 도로, 논, 밭, 임야, 대기 중의 오염물질 등
<ul style="list-style-type: none"> • 인위적 및 자연적 • 배출지점이 불특정/불명확 • 희석, 확산되면서 넓은 지역으로 배출 • 강우 등 자연적 요인에 따라 배출량의 변화가 큼 • 모으기 어렵고, 처리효율이 일정치 않음 	특징	<ul style="list-style-type: none"> • 인위적 • 배출지점이 특정/명확 • 관거를 통해 한 지점(주로 처리장)으로 집중적 배출 • 자연적 요인에 영향을 적게 받아 연중 배출량의 차이가 일정함 • 모으기 용이하고 처리효율이 높음

05 비점오염원의 종류

	토사 (Sediment)	<ul style="list-style-type: none"> 토사에는 영양물질, 금속, 탄화수소 등을 비롯한 다른 오염물질이 흡착되어 같이 이동함 토사는 강우유출수의 많은 부분을 차지하는 오염물질로서 수생생물의 광합성, 호흡, 성장, 생식에 장애를 일으켜 치명적인 영향을 미침
	영양물질 (Nutrients)	<ul style="list-style-type: none"> 질소, 인과 같은 영양물질은 비료로 사용되는데, 종종 빗물에 의해 유출되어 조류(藻類)의 성장을 촉진함으로써 하천, 호소의 수질을 악화시킴 주택 및 골프장의 잔디밭이나 농경지, 도시노면 및 하수도에서 유출되어 하천으로 유출됨
	박테리아, 바이러스 (Bacteria & Viruses)	<ul style="list-style-type: none"> 동물의 배설물과 하수도에서 월류된 배출수에서 많이 검출되며 미국에서는 강우유출수에 포함된 고농도의 박테리아와 바이러스로 인하여 하천, 호소가 오염되어 폐쇄의 원인이 된 사례도 있음
	기름, 그리스 (Oil & Grease)	<ul style="list-style-type: none"> 기름과 그리스는 적은 양으로도 수생 생물에 치명적일 수 있으며, 누출이나 차량전복 등 사고, 차량 세척, 폐기름의 무단 투기 과정에서 오염이 발생함
	금속 (Metals)	<ul style="list-style-type: none"> 납, 아연, 카드뮴, 구리, 니켈 등 중금속은 도시지역 강우 유출수에서 흔히 검출되는 물질이며, 하천으로 유출되는 총 금속물질량 중 50% 이상이 토사를 매개체로 하여 배출됨 금속물질은 수생태계에 치명적이며 생물 농축이 일어나고 음용수 오염의 가능성이 있으므로 특별한 관리가 요구됨
	유기물질 (Organics)	<ul style="list-style-type: none"> 밭, 논, 산림, 주거지역 등 광범위한 장소에서 유출되며, 특히 합류식 관거에서는 평소 하수관거를 약한 유속으로 흐르는 오수, 하수에 포함되어 있던 유기물질이 관거 바닥에 침전되어 있다가 강우 시 일시에 배출되기도 함 공업지역에서는 접착제, 세척제, 용제(溶劑) 등의 인공적인 유기 화합물이 광범위하게 사용되고, 부적절하게 저장되며 폐기되는 과정에서 발생함
	살충제 (Pesticides)	<ul style="list-style-type: none"> 제초제, 농약, 항곰팡이제와 같은 살충제는 플랑크톤과 같은 수생물에 축적되어 먹이사슬을 통해 생물 농축을 일으켜 어류와 조류에게는 치명적인 결과를 초래할 수 있음
	협잡물 (Gross Pollutants)	<ul style="list-style-type: none"> 건축공사장 및 사업장 등에서 발생하는 쓰레기, 잔재물, 부유물 등에 중금속, 살충제, 박테리아 등이 포함될 수 있음 낙엽이나 잔디를 깎은 잔재물, 동물의 배설물, 투기된 쓰레기 등은 박테리아, 바이러스 등을 하천, 호소로 운반하는 매개체가 되며 용존산소를 감소시켜 어류 폐사의 원인이 되기도 함

06 비점오염원의 영향

- 도시화, 산업화에 따라 토지 개발이 가속화되고 대지/도로/주차장 등 불투수층 면적이 늘어남에 따라 비점오염원에 의한 하천, 호소의 수질 영향도 커짐
 - 비점오염의 대부분을 차지하는 토지계 오염이 수질에 미치는 영향이 권역별로 점차 증가
- 미국의 경우, 총 부유물질(TSS) 기준으로 수질오염부하의 50%, 폐쇄성 수역에서 검출되는 영양물질의 80% 이상이 비점오염 물질의 영향임
- 비점오염원에서 강우와 더불어 유출되는 토사 등 부유물질, 질소/인 등 영양염류, 고농도의 중금속 등 오염물질은 수집, 처리가 어려워 특별한 처리없이 바로 하천으로 유출됨으로써 수질을 오염시키고, 이에 따라 물고기가 집단 폐사하거나 저서생물의 서식처가 파괴되어 수생태계가 교란됨
- 아울러, 토지개발로 인해 불투수율이 증가하면 강우 시 토양으로 흡수되거나 증발되지 않고 하천으로 유출되는 빗물의 양이 증가하여 홍수의 위험이 높아지고 지하수 함양이 줄어들어 평시에 하천의 건천화를 유발하는 요인이 됨

07 비점오염원 관리 필요성



08 저영향개발(LID) 기술

- 우수 유출수 관리를 위한 자연의 특성을 활용하여 불투수면에 의한 영향을 최소화하기 위한 기법으로 유역의 수문학적 또는 생태적 기능을 유지 또는 복원하여 도시 우수를 효율적으로 관리하는 기법

수문학적 분류	기존방식	저영향개발
불투수층	효과적인 배수체계 달성	영향의 최소화
식생 및 녹지대	부지 내 효과적인 배수체계 개선을 위한 감소 기능	개발 이전 수문상태의 유지 극대화
우수 집중 시간	배수의 효율성에 근거한 최소화	개발 이전 상태의 접근을 위한 집중시간 지연
지표 유출량	비제어	개발 이전의 상태로 제어
첨두유량	개발 이전의 2년 간 설계 강우량 기준으로 제어	모든 홍수에 대비한 개발 이전 상태로의 제어
유출량 빈도	최소화	
유출량	증가	개발 이전 상태로 제어
강우 추출	모든 요소에 대한 삭감	개발 이전 상태 유지
지하수 함량	비제어	개발 이전 상태 유지
서식지 보호	비제어	하천 유역 서식지 및 지역의 식생보호 및 오염부하량 관리

자료: 수변지역 도시재생에 있어 저영향개발 기법(저영향개발)의 적용방안 및 효과, 한국환경정책평가연구원

Ⅱ. 관련 법·제도 현황

01 물 관리 일원화

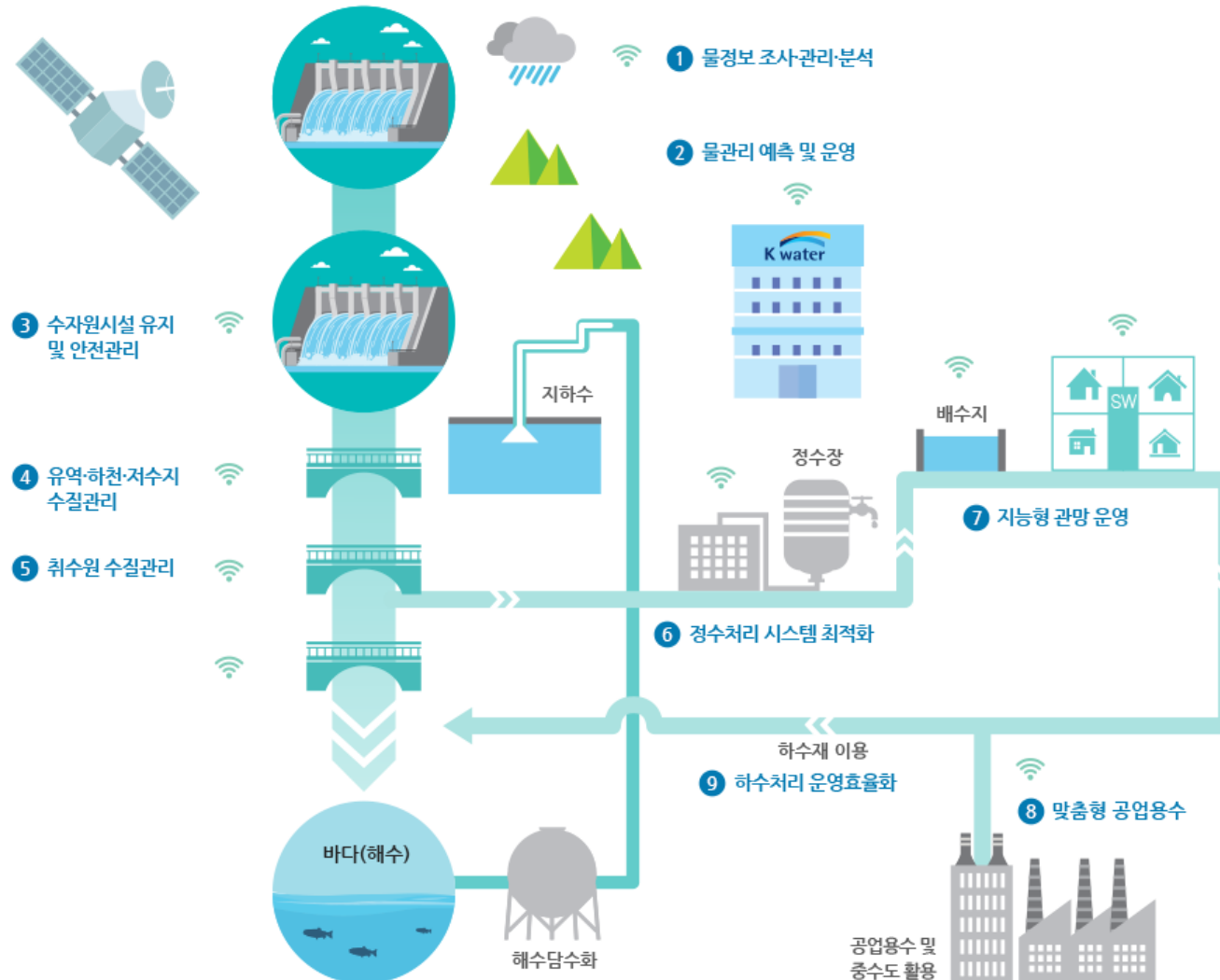
- 과거 물 관리 체계는 부처마다 나뉘어 있어 **통합적인 물 관리 정책 부재, 부처 간의 업무 중복, 과잉 투자와 비효율** 등 여러가지 문제가 제기되었음 (국토부 - 수량 관리 / 환경부 - 수질 관리)
- OECD에서 우리나라에 2008년 이후 **지속적으로 수량과 수질 관리 통합을 권고**
- OECD 35개 회원국 중에 영국, 프랑스, 독일 등 23개국은 **환경부서가 물 관리 업무 통합 담당**
- 2018년 6월, **물 관리 일원화 정부 조직법이 공포·시행됨**에 따라 하천관리를 제외한 수량, 수질, 재해 예방 등 **대부분의 물 관리 기능이 환경부로 일원화**
- 2020년 12월 정부조직법 개정으로 남아있던 하천관리 기능까지 **모두 환경부로 이관 결정**
- 물 관리 정책이 **하나의 일관된 체계에서 균형적으로 결정, 물 관리 효율성 제고 가능**
- 수량, 수질과 수생태를 균형있게 고려하면서 책임감 있게 물 문제 대응 가능**
- 수질-수량의 정보체계가 공유되면 환경용수 활용기반 마련 → 하천의 종합적·입체적 관리 가능**
- 다양한 이해관계자 참여, 이·치수, 수질·수량 과 수생태계 등 **지역 물 문제 해결하는 협치 가능**
- 통합 물 관리는 **최대 12조원의 경제적 가치**, 추가적 댐 건설 없이도 **연간 약 12.2억톤의 물 확보**

<물 관리 혁신을 통한 미래 기대효과>

경제적 가치 : 약 12조원	물 확보 : 약 12.2억톤/년(월당댐 6개)
· 유역단위 용수공급 체계 구축 : 1.7조원 편익	· 유역단위 용수공급 체계 구축 : 1.6억톤/년 확보
· 관로 누수저감 : 3.2조원 편익	· 관로 누수저감 : 1.6억톤/년 확보
· 물수요관리 강화 : 0.8조원 편익	· 물수요관리 강화 : 0.2억톤/년 확보
· 수자원 운영체계 고도화 : 6.3조원 편익	· 수자원 운영체계 고도화 : 8.8억톤 확보

* 정책학회 물관리일원화 기대효과 분석 결과 등 (17.11, 향후 30년 기준)

01 물 관리 일원화



01 물 관리 일원화

- **정부조직법 개정**

- '18.06. 시행 : 국토교통부의 '수자원의 보전·이용 및 개발'에 관한 사무를 환경부로 이관
- '22.01. 시행 : 이전 개정 시 제외됐던 하천관리 기능까지 환경부로 이관 → **물 관리 일원화**

- **물산업진흥법 제정 (2018년 12월 시행)**

- 물 관리기술의 체계적인 발전 기반 조성, 물 산업 진흥을 통한 국민의 삶의 질 향상과 **지속가능한 물 순환 체계 구축**
- 물 관리기술 발전과 물 산업 진흥을 위한 정부의 기본계획과 지역적 특성을 고려한 지자체의 시행계획 수립시행
- 물 관리기술 개발·보급을 촉진하기 위한 물 기술 종합정보시스템 구축- 물 산업 우수제품 등의 사업화 지원
- 혁신형 물기업의 지정과 지원에 대한 근거 마련
- 물 산업 실증화 시설과 집적단지의 조성운영과 입주기업 지원- 물기술인증원의 설립을 위한 근거 등 포함

- **물관리기본법 제정 (2019년 6월 시행)**

- 지속가능한 물 관리 체계 확립을 위해 ① 물 관리의 기본이념 및 원칙 ② 국가유역물관리위원회의 설치 등 규정
- 국가물관리기본계획의 심의의결, 물분쟁의 조정, 국가계획의 이행여부 평가 등을 위한 국가물관리위원회 설치(대통령 소속)
- 국가물관리기본계획은 환경부장관이 국가물관리위원회 심의를 거쳐 매 10년마다 수립
- 유역물관리종합계획은 유역물관리위원회 위원장이 유역국가물관리위원회의 심의를 거쳐 수립

02 제1차 국가물관리기본계획 (`21~`30)

- 향후 10년간 통합 물 관리의 비전과 전략을 제시하는 '제1차 국가물관리기본계획'이 제5회 국가물관리위원회에서 의결 (`21.06.08.)
- 수질·수량·수재해 등 전 분야를 아우르는 물 분야 최상위계획 (비전:자연과 인간이 함께 누리는 생명의 물)



자료: 제1차 국가물관리기본계획

02 제1차 국가물관리기본계획 (`21~`30)

6대
분야별
추진 전략
25개 과제

전략 01

물환경의 자연성 회복

- ① 오염원 관리 강화를 통한 목표 수질 달성
- ② 안전하고 깨끗한 상수원 확보 및 지하수 보전 관리
- ③ 하천유역의 자연성 회복 및 수생태계 건강성 확보
- ④ 수변공간 관리체계의 정비 및 강 문화 활성화
- ⑤ 물환경 관리 기준 및 관리체계 개선

전략 02

지속가능한 물이용 체계 확립

- ① 미래 물부족 대비를 위한 수요관리 강화기반 조성
- ② 공급시설 효율화 및 수원 다변화를 통한 수자원 확보
- ③ 서로 배려하는 합리적 물 배분 기반 마련
- ④ 국민이 믿고 마시는 수도물 공급
- ⑤ 물복지사각지대에 있는 취약지역의 물 기본권 보장

전략 03

물재해 안전체계 구축

- ① 가뭄관리체계 선진화 및 극한가뭄 대응체계 구축
- ② 기반시설 홍수안전 강화 및 예방 투자 확대
- ③ 기후변화에 따른 극한 홍수 대응체계 구축
- ④ 홍수 예보체계 고도화
- ⑤ 도시 침수 관리체계 강화

전략 04

미래 인력양성 및 물 정보 선진화

- ① 물관리 전문인력 양성 및 일자리 창출
- ② 물 관련 조사·분석·정보화 관리 체계 지능화
- ③ 세계 최고 수준의 물관리 기술 확보

전략 05

물 기반시설 관리 효율화

- ① 재해예방 위한 선제적 유지관리 체계 마련
- ② 생활안전 관리수준 향상
- ③ 스마트 기술을 통한 유지관리 성능 고도화

전략 06

물산업 육성 및 국제협력 활성화

- ① 물 관련 글로벌 선도국가 도약을 통한 국제 위상 제고
- ② 물산업 육성 생태계 조성 및 활력 제고
- ③ 국내기업 해외 진출 활성화
- ④ 남북 공유하천 관리 및 북한 수자원 조사·분석체계 구축

자료: 제1차 국가물관리기본계획

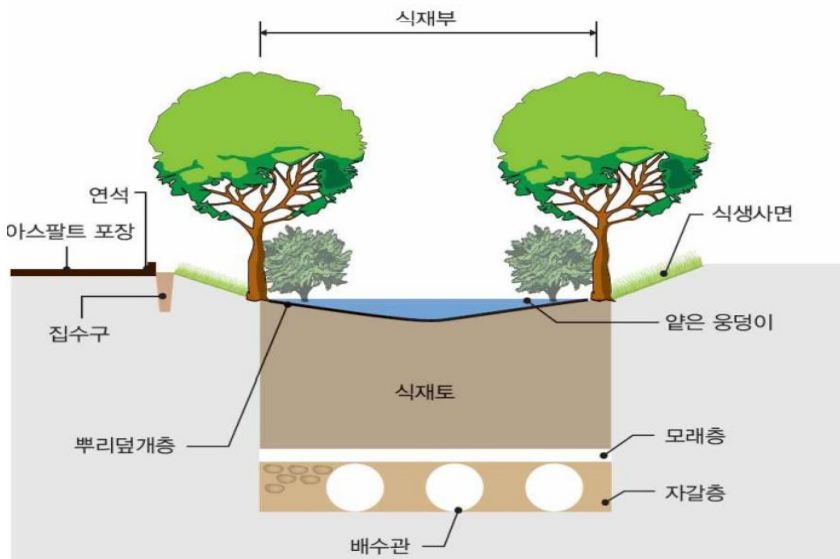
03 환경계획 관련 법·제도 LID 적용 현황

구분	내용
수질오염총량관리제도	<ul style="list-style-type: none"> 지역개발사업 추진 시 비점오염원 최적관리계획 수립 유도 → 오염총량관리계획의 성공적 이행 목적 개발사업 비점오염원 관리방향 중 하나로 LID를 보고 이와 관련된 비구조적·구조적 기법의 종류 및 설치기준 제시
물환경보전법	<ul style="list-style-type: none"> 수질오염으로 인한 국민건강 및 환경상의 위해를 예방하고 하천·호소 등 공공수역의 물 환경(수질 및 수생태계)을 적정하게 관리·보전함으로써 국민이 그 혜택을 널리 향유할 수 있도록 함과 동시에 미래세대에게 물려줄 수 있도록 함을 목적 비점오염원·강우유출수·불투수층·비점오염저감시설 등 정의
환경영향평가법	<ul style="list-style-type: none"> 환경에 미치는 영향을 미리 예측·평가하여 환경보전방안을 마련하기 위해 환경영향평가 항목 중 수질에서 빗물관리계획 다룸
물의 재이용 촉진 및 지원에 관한 법률	<ul style="list-style-type: none"> 물의 재이용을 촉진하여 물 자원을 효율적으로 활용하고 수질에 미치는 해로운 영향을 줄임으로써 물 자원의 지속가능한 이용을 도모하고 국민의 삶의 질을 높이는데 목적 물의 재이용·물 재이용시설·빗물이용시설 등과 같은 LID 관련 용어 정의 빗물이용시설의 설치·관리, 빗물이용시설 등의 재정지원, 시설에 대한 보고 및 검사, 시설 설치·운영, 이행명령 위반에 대한 과태료 등 제시
자연재해 대책법	<ul style="list-style-type: none"> 태풍·홍수 등 자연현상으로 인한 재난으로부터 국토를 보존하고 국민의 생명·신체 및 재산과 주요 기간시설을 보호하기 위해 이와 관련한 사항 규정을 목적 우수유출저감시설 등에 대한 용어를 정의하고, 풍수해 예방 및 대비를 위한 우수유출저감시설 설치 기준 제정·운영, 우수유출저감 대책의 수립, 우수유출저감시설 사업계획의 수립, 우수유출저감 시설 사업 실시계획의 수립·공고와 토지의 사용 요청, 개발사업 시행자 등의 우수유출저감시설 설치, 우수유출저감시설에 관한 기준, 국고보조 등 제시 시행령을 통해 우수유출저감시설의 사업계획 수립, 우수유출저감 대책의 수립, 우수유출저감시설의 종류 등 제시

Ⅲ. LID 기법 종류

01 식생체류지(Bioretention)

- 토양에 의한 여과, 생화학적 반응, 침투 및 저류 등의 방법으로 **강우 유출수를 조절하는 식생으로 덮인 소규모 저류시설**



▶ 국내 적용사례



대전 시애틀공원 식생체류지

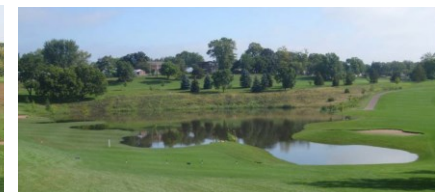


토지주택연구원 식생체류지

▶ 국외 적용사례 (미국, 세인트폴시 Como호수)



평소 수위

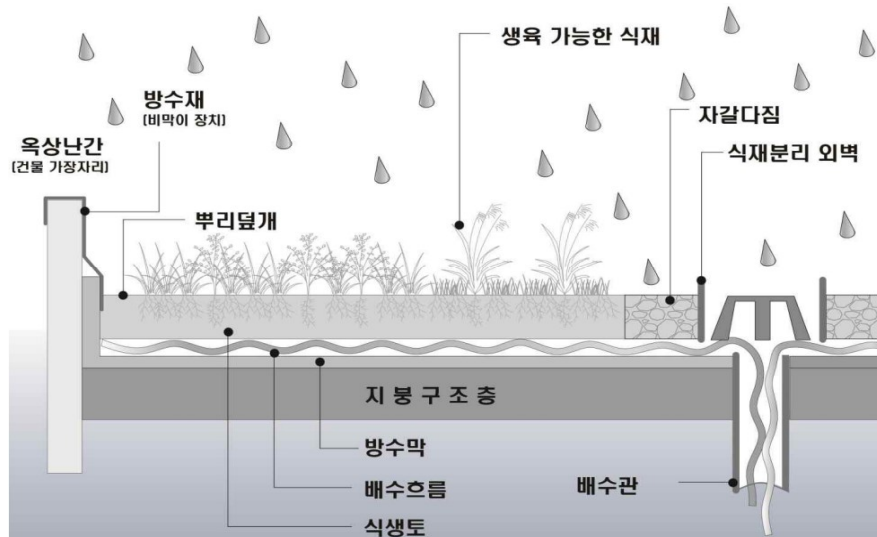


강우 후 수위

장점	단점
<ul style="list-style-type: none"> ● 강우유출수 지하침투 유도 ● 오염물질 유출량 저감 ● 침투유량 감소, 침투시간 지연 ● 도심 기온 저감효과 	<ul style="list-style-type: none"> ● 다량의 토사는 저감효과 미미 ● 막힘에 취약 ● 단독으로 큰 배수구역 관리 불가

02 옥상녹화(Greenroof)

- 식생지붕으로도 알려진 옥상녹화는 **강우 유출수를 옥상에서 차집하여 여과, 증발, 저류**함으로써 도시화된 지역의 유출 저감, 도심 열섬현상 저감하는 기술 요소



▶ 국외 적용사례 (독일 함부르크, Green Hamburg)



싱가포르

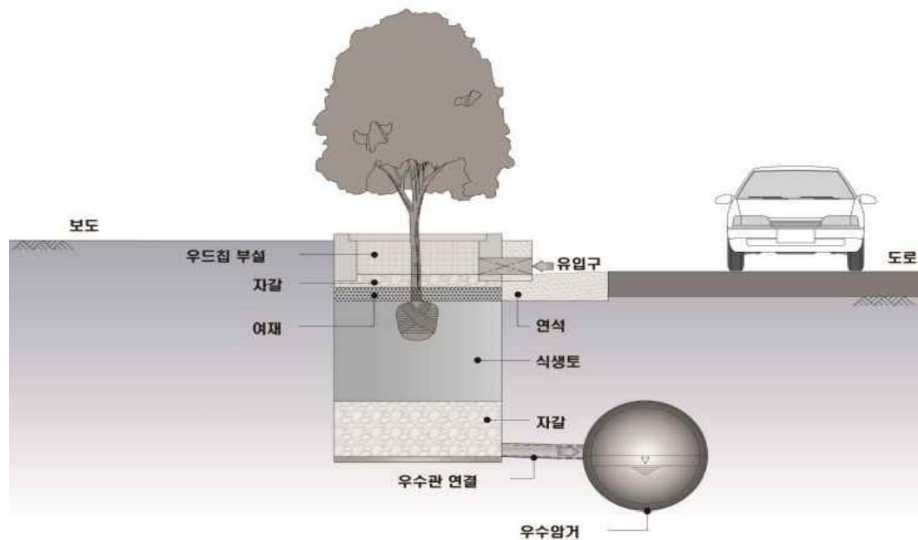
오스트레일리아



장점	단점
<ul style="list-style-type: none"> ● 강우유출수 여과/증발/저류 유도 ● 유출량 저감 ● 심미적 기능 및 도심 열섬해 소효과 	<ul style="list-style-type: none"> ● 옥상 하중 안전성 검토필요 ● 겨울철 식생관리 곤란 ● 방수 및 용수시설 부대비용 증가

03 나무여과상자 (Treebox Filter)

- 기존 가로수나 신규로 식재되는 가로수 부지를 활용
- **추가적인 부지 소요가 적어 도심이나 도로에 적용하기 용이한** 기술요소



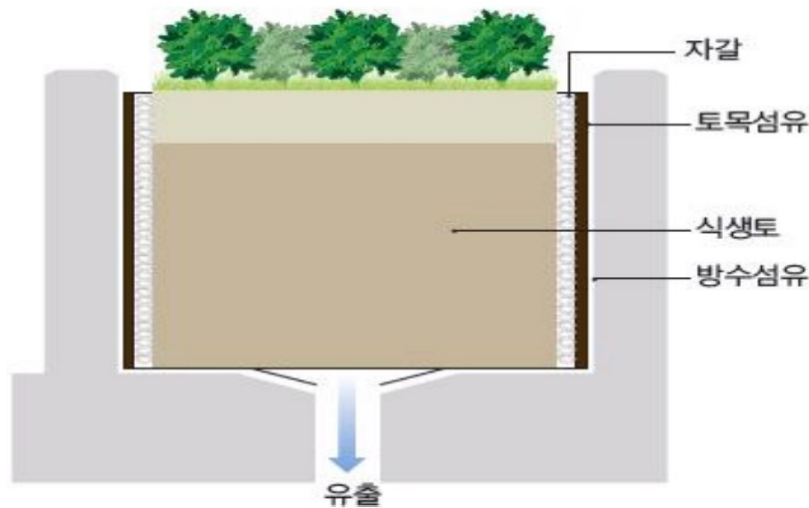
▶ 국내 적용사례 (금강유역환경청)



장점	단점
<ul style="list-style-type: none"> ● 강우유출수 지하침투 유도 ● 오염물질, 유출량 저감 ● 침투유량 감소, 침투시간 지연 	<ul style="list-style-type: none"> ● 계절의 영향으로 인한 겨울철 동파 및 제설제에 의한 식물고사 가능 ● 토사 등 협잡물에 의한 막힘 발생

04 식물재배화분 (Planter Box)

- 도심 녹지공간이나 기존 수목이 식재된 화분 등의 공간을 활용하여 우수를 저류, 체류
- 지피식물, 관목류 등의 식재를 통해 **녹지 기능과 우수 관리기능 확보**
- 기존 화단이 갖는 식재 기능과 함께 우수 체류, 여과, 침투 기능을 조합하여 설치 가능



▶ 국내 적용사례



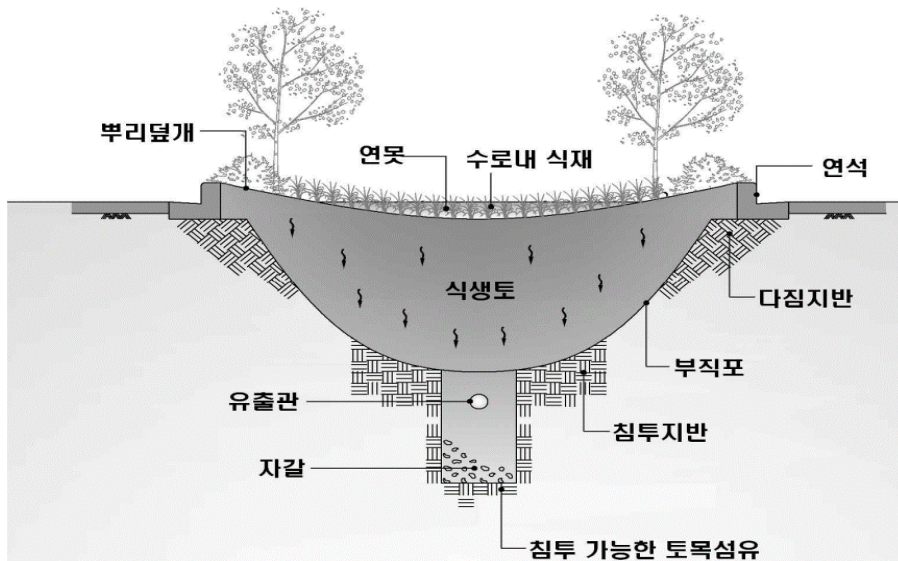
▶ 국외 적용사례 (미국, 미시건주)



장점	단점
<ul style="list-style-type: none"> ● 강우유출수 지하침투 유도 ● 오염물질, 유출량 저감 ● 침투유량 감소, 침투시간 지연 	<ul style="list-style-type: none"> ● 계절의 영향으로 인한 동파에 취약

05 식생수로 (Bio Swale)

- 식생체류지와 유사한 기능을 갖는 **배수 구조물로써, 강우 유출수의 여과 및 침투, 배수 기능 확보**
- 유출량 저감을 위해 하부 침투부의 용적을 증가시킬 수 있으며,
오염물질의 저감을 위해 물리적, 생물학적 기능 추가 가능



장점	단점
<ul style="list-style-type: none"> ● 강우유출수 지하침투 유도 ● 오염물질, 유출량 저감 ● 침투유량 감소, 침투시간 지연 ● 도심 기온저감효과 	<ul style="list-style-type: none"> ● 토사 등에 의한 막힘에 취약함 ● 제설제 대량 유입시 취약 ● 단독으로 큰 배수구역 관리 불가

▶ 국외 적용사례 (캐나다, 토론토)



▶ 국외 적용사례 (영국, 엔필드)



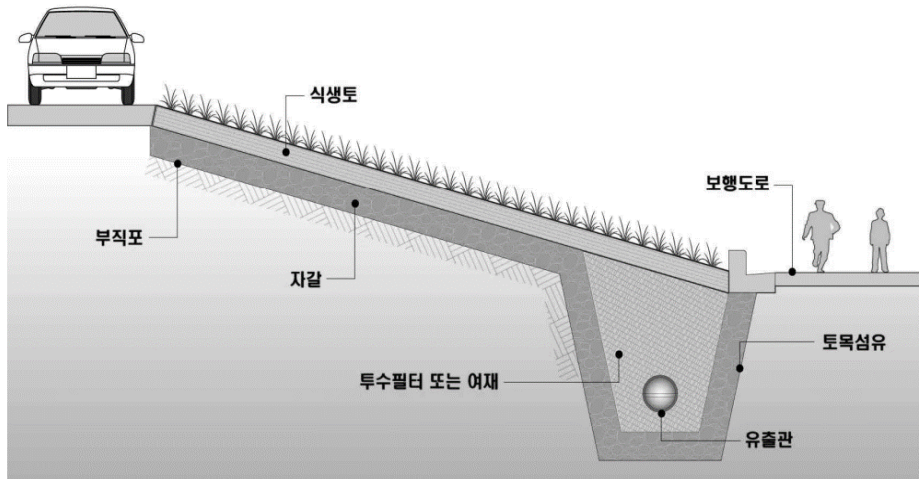
▶ 국외 적용사례 (호주, 티트리굴리)



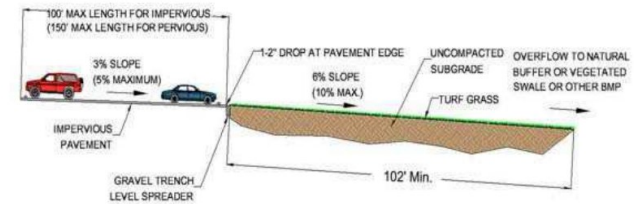
06 식생여과대 (Bio Slope)

- 생태제방으로도 알려진 식생여과대는 자갈 및 식생 활착이 유리한 토양으로 구성
- **강우 유출수를 감소시키고 사면 안정과 함께 여과 기능을 수행**
- 수질 개선 및 **도심 내 녹지공간으로써의 기능 확보**

▶ 식생여과대 종류



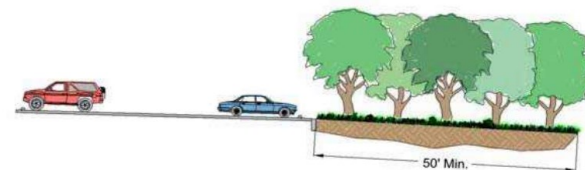
장점	단점
<ul style="list-style-type: none"> ● 강우유출수 지하침투 유도 ● 오염물질, 유출량 저감 ● 침투유량 감소, 침투시간 지연 ● 도심 열섬저감효과 	<ul style="list-style-type: none"> ● 성토부 등의 지반 조건 제약 ● 막힘, 단회로에 취약함 ● 제설제 대량 유입시 취약



Turf Grass



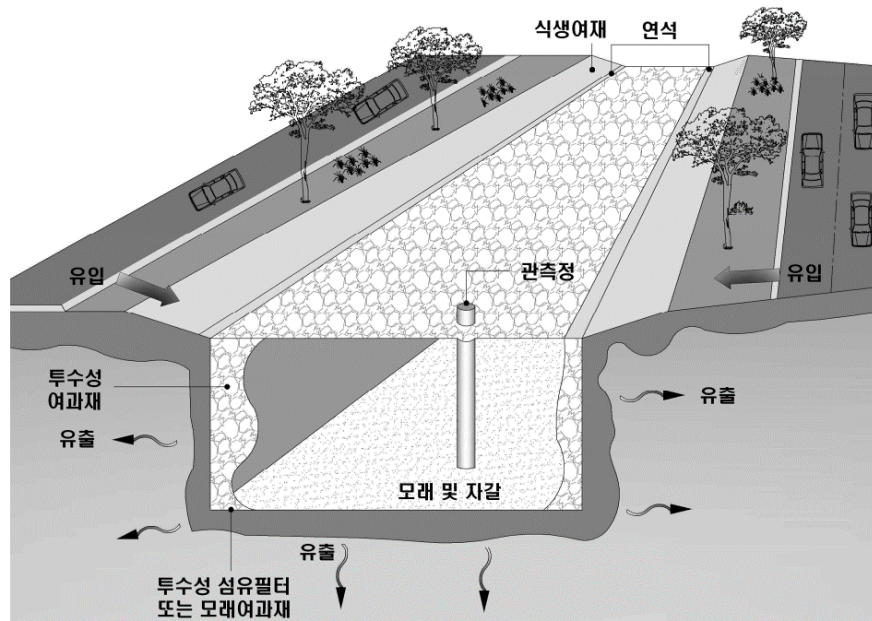
Native Grasses and Planted Woods Grass



Indigenous Woods

07 침투도랑 (Infiltration Trench)

- **돌로 채워진 형태의 도랑으로써, 강우 시 유출수를 담아두고 토양으로 침투**시키는 기술요소



▶ 국내 적용사례 (용인시, 처인구)



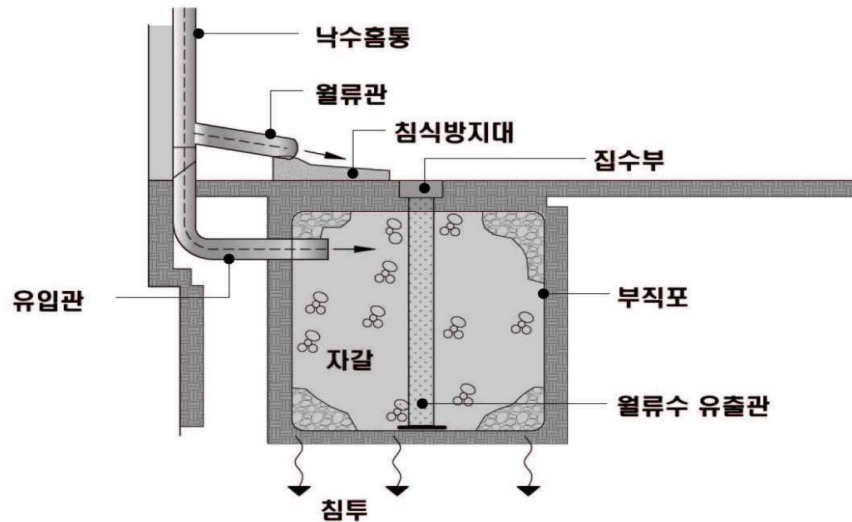
▶ 국외 적용사례 (네덜란드, 즈볼러)



장점	단점
<ul style="list-style-type: none"> ● 강우유출수 지하침투 유도 ● 오염물질, 유출량 저감 ● 침투유량 감소, 침투시간 지연 	<ul style="list-style-type: none"> ● 막힘에 취약함 ● 지하수위에 따라 설치위치 제한 ● 단독으로 큰 배수구역 관리 불가

08 침투통 (Dry Well)

- 자갈 또는 돌 등으로 채워져 있고, **건축물의 홈통과 연결되어 있거나, 불수투수면의 유출수가 유입될 수 있도록 설치되어 토양으로 침투**시키는 기술 요소
- 필요에 따라 표면은 초화류 또는 기타 재료로 덮을 수 있음



▶ 침투통 종류



침투통



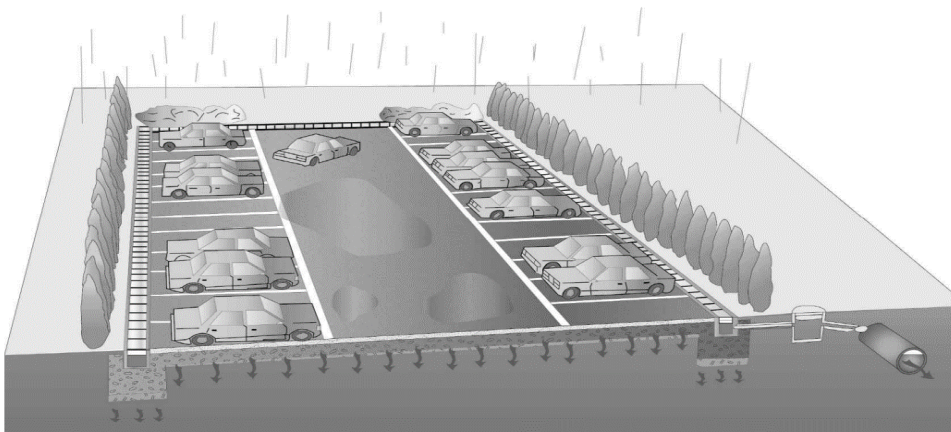
선형 침투통

장점	단점
<ul style="list-style-type: none"> 강우 저류 가능 침투유량 감소, 침투시간 지연 	<ul style="list-style-type: none"> 단독으로 큰 배수구역 관리 불가

자료: 고양시정연구원

09 투수성 포장 (Porous Pavement)

- 강우 유출수와 오염물질 저감을 위해 **다공성 아스팔트·콘크리트·투수블럭 등과 쇄석의 공극을 통과시켜 토양에 침투시키고 오염물질을 저감**하는 기술요소
- 다공성 지표면 아래는 쇄석기층이 깔려 있으며, 쇄석은 도로나 주차장의 기반, 노반과 같은 역할
→ **하중을 고려하여 충분히 두껍게 설치해야 함**



장점	단점
<ul style="list-style-type: none"> ● 강우유출수 지하침투 유도 ● 오염물질, 유출량 저감 ● 침투유량 감소, 침투시간 지연 	<ul style="list-style-type: none"> ● 토양 및 자동차 등의 하중에 의한 침하 발생 우려 ● 지반 조건 제약 ● 막힘에 취약함 ● 동절기 파손

자료: 고양시정연구원

▶ 국외 적용사례 (미국, 시카고)



적용 전

적용 후

▶ 국외 적용사례 (미국, 시카고)

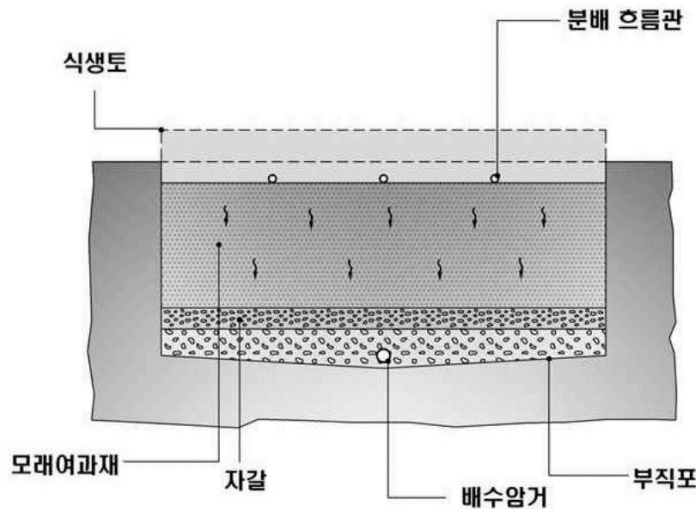


적용 전

적용 후

10 모래여과장치 (Sand Filter)

- 불투수면의 **강우 유출수를 모래 여과를 통해 유출수 내 협잡물 및 부유물질 제거 → 수질 개선**
- **오염물질의 제거는 여과 및 침전작용**에 의해 이루어지며, 여과된 강우 유출수는 배수관을 통해 기존 배수관거로 유출됨



▶ 모래여과장치 종류



Surface Sand Filter



Perimeter Sand Filter



Underground Sand Filter



Pocket Sand Filter



Organic filter

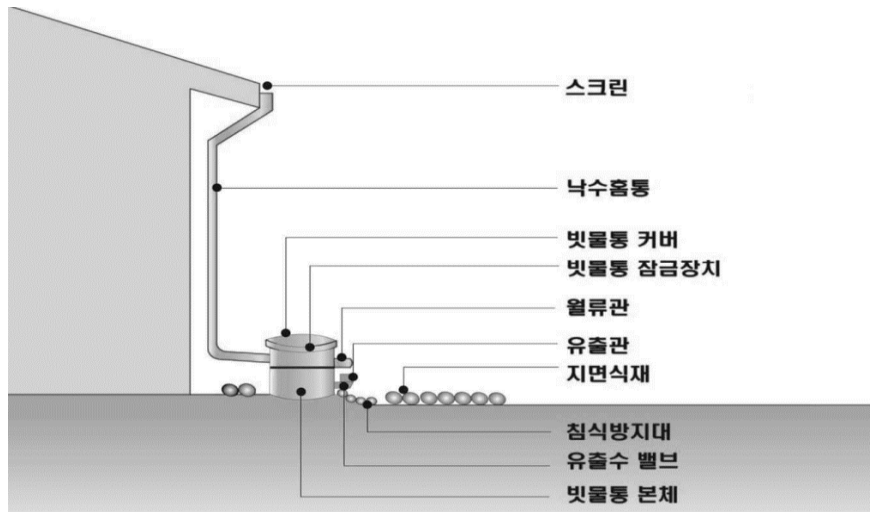
장점	단점
<ul style="list-style-type: none"> ● 좁은 면적에서 적용이 가능함 ● 오염물질, 유출량 저감 ● 침투유량 감소, 침투시간 지연 	<ul style="list-style-type: none"> ● 막힘에 취약함 ● 토사 대량 유입시 취약 ● 단독으로 큰 배수구역 관리 불가

자료: 고양시정연구원

11 빗물통 (Rain Barrel)

- 지붕 유출수 차집을 위해 설치되는 저류시설 → **소규모 강우 시, 유출량 저감 및 대체용수 확보 가능**
- 집수된 물은 조경용수, 화장실 세척수 등으로 사용 가능하며
→ **다른 지표면 유출수와 비교하여 오염물질이 적은 장점**

▶ 빗물통 종류



장점	단점
<ul style="list-style-type: none"> ● 강우유출량 관리 ● 집수된 수원 이용 가능 ● 경제적인 설계비용 	<ul style="list-style-type: none"> ● 단독으로 큰 배수구역 관리 불가

자료: 고양시정연구원

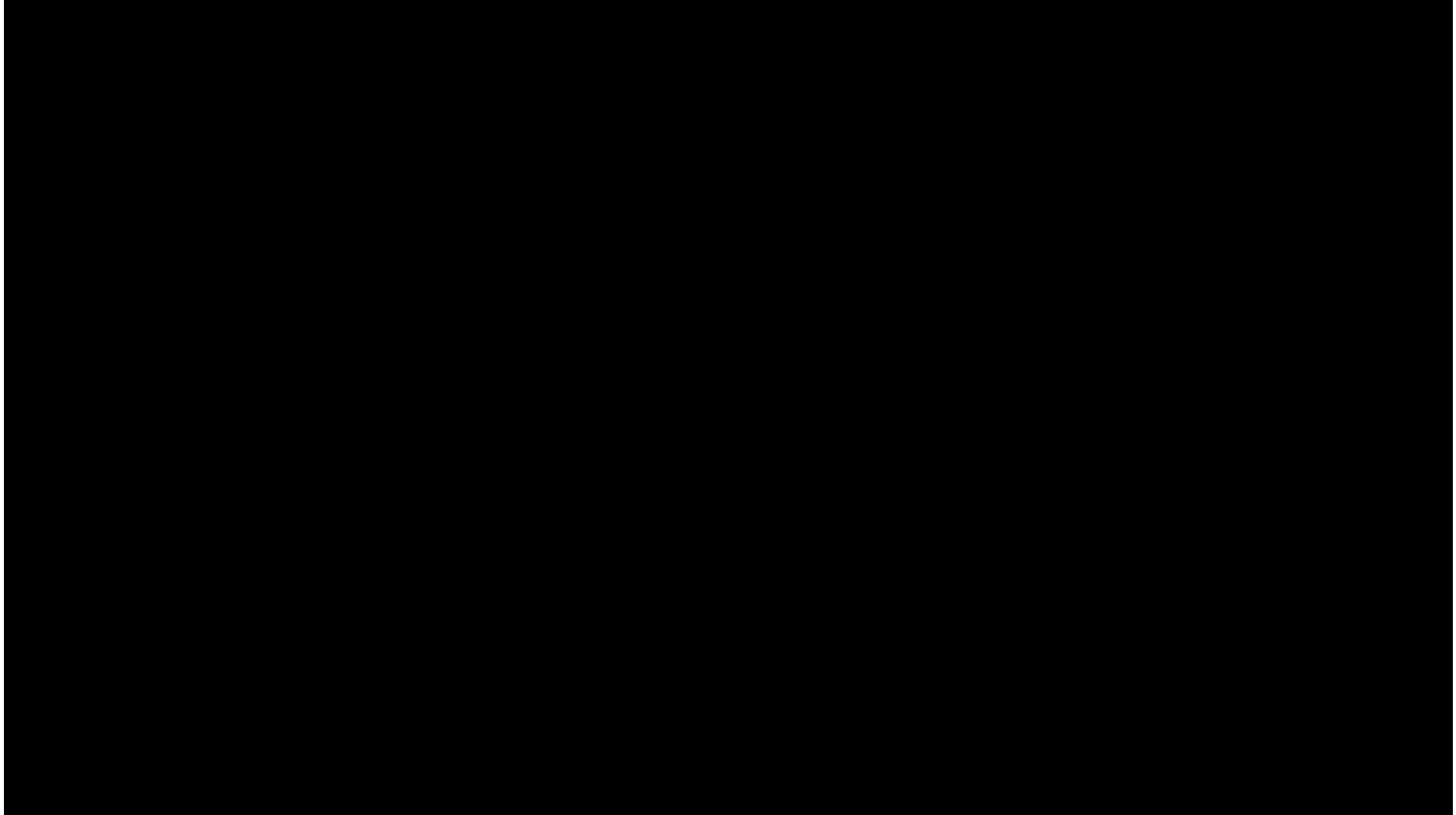


주택 및 소규모 건축물에서 설치되는 빗물집수장치(빗물통)



소형 빗물집수장치(빗물 저금통)

12 LID 기술 종류



IV. LID 기법 적용 사례

01 그린 빗물 인프라 조성사업

- 환경부에서 2012년 5월 '제2차 비점오염원관리 종합대책' 을 수립해 도시분야 비점오염 저감 추진대책으로 공모사업 실시
- 2014년 '그린 빗물 인프라 조성사업' 의 추진을 통해 본격화
- 저영향개발(UD) 기법의 적용성을 검증하고 홍보를 위해 관공서 중심으로 중규모(1~4ha) 사업 추진

지자체	사업개요	주요시설
수원시 장안구청	<ul style="list-style-type: none"> ● 사업(시공)기간: 2014년 10월 ~ 12월 ● 총사업비: 22억원 	<ul style="list-style-type: none"> ● 빗물저류조, 옥상녹화, 투수블록, 잔디블록, 레인북카페
남양주시	<ul style="list-style-type: none"> ● 사업(시공)기간: 2014년 11월 ~ 2015년 4월 ● 총사업비: 25억원 	<ul style="list-style-type: none"> ● 투수블럭 주차장, 식생체류지, 식생수로
광주광역시	<ul style="list-style-type: none"> ● 사업(시공)기간: 2014년 9월 ~ 11월 ● 총사업비: 14억원 	<ul style="list-style-type: none"> ● 빗물 정원, 나무여과상자, 식생 체류지, 빗물 침투통, 옥상 정원, 투수 포장, 생태주차장, 빗물이용시설
아산시	<ul style="list-style-type: none"> ● 사업(시공)기간: 2015년 3월 ~ 5월 ● 총사업비: 17억원 	<ul style="list-style-type: none"> ● 투수블럭 주차장, 식생체류지, 옥상녹화, 식생수로, 나무여과상자, 침투도랑
대전시청	<ul style="list-style-type: none"> ● 사업(시공)기간: 2015년 3월 ~ 5월 ● 총사업비: 10억원 	<ul style="list-style-type: none"> ● 빗물정원, 옥상녹화, 식생체류지, 생태주차장, 빗물저류소, 나무여과상자
제천시	<ul style="list-style-type: none"> ● 사업(시공)기간: 2015년 3월 ~ 6월 ● 총사업비: 15억원 	<ul style="list-style-type: none"> ● 주차장 투수블럭, 식생체류지, 식생여과대, 식생수로, 나무여과상자, 침투도랑, 빗물저류조
대구북구청	<ul style="list-style-type: none"> ● 사업(시공)기간: 2016년 ● 총사업비: 10억원 	<ul style="list-style-type: none"> ● 옥상정원 2곳 (약 900m²), 빗물저장시설공영주차 투수성 블록(2천151m²)
김해시	<ul style="list-style-type: none"> ● 사업(시공)기간: 2016년 2월 ~ 7월 ● 총사업비: 10억원 	<ul style="list-style-type: none"> ● 식생수로, 투수포장, 빗물파고라
김제시	<ul style="list-style-type: none"> ● 사업(시공)기간: 2016년 10월 ~ 2017년 4월 ● 총사업비: 15억원 	<ul style="list-style-type: none"> ● 투수블럭 주차장, 빗물정원, 옥상녹화, 침투도랑

자료 : 고양시정연구원

01 그린 빗물 인프라 조성사업

• 수원시 장안구청

시 설 명	수 량	시 설 명	수 량
투수 블럭	5,566 m ²	빗물정원	115 m ²
잔디블럭	776 m ²	침투 화단	45 m ²
빗물 저류조	1개소 (300톤)	레인북 카페	3 개소
옥상녹화	950 m ²	침투 도랑	100 m ²
침투빗물받이	12 개소	투수성 천연고무 씰포장	210 m ²
지중분산 빗물침투시설	140M		



01 그린 빗물 인프라 조성사업

• 충남 아산시청

시 설 명	수 량	시 설 명	수 량
투수성포장	4,934 m ²	침투도랑	62 m ² / 1개소
식생체류지	113 m ² / 1개소	나무여과상자	16 m ² / 6개소
식생수로	197 m ² / 3개소	옥상녹화	1,144 m ²

● 나무여과상자

설치 전



설치 후



● 옥상녹화

시공 전



시공 후



02 물 순환 선도도시

- 국내 대도시 도심지역의 높은 불투수면적률로 인해 홍수, 수질 악화, 물 순환 왜곡문제가 제기되자 저영향개발기법이 도입된 모델 구축의 필요성 인식
- 2016년 기준 국내 인구 10만명 이상 대도시 74곳을 대상으로 '물 순환 선도도시' 사업 공모
- 대전광역시, 광주광역시, 울산광역시, 김해시, 안동시 선정
- 선정 지자체는 비점오염물질 저감 및 그린 인프라 설치 노력의 일환으로 물 순환 선도도시 사업 추진

▶ 대전광역시



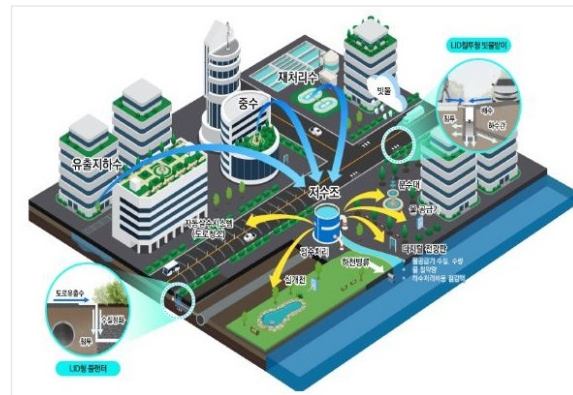
▶ 광주광역시



자료 : 고양시정연구원

03 스마트 물 순환 도시 (서울시)

- 서울시가 IT 기술로 물 자원을 통합관리 해 버려지는 물 자원의 활용성을 극대화
→ '스마트 물 순환 도시' 조성 계획 추진
- 다양한 물 순환 시설을 한 곳에 집약시켜 빗물, 유출 지하수, 중수 등의 **풍부한 물 자원**을 **지역 특성에 맞게 활용**하며, **IT 기술을 접목**해 모니터링 및 통합 관리, 홍보 예정
- 불투수율 70% 이상, 유출지하수 일 사용량 100t 이상** 대상지 중 2030년까지 10개소 조성 예정
- 2021년 5월, 1호 사업대상지로 **중랑구 망우로 일대** '스마트 물 순환 도시' 조성
 - 망우로 일대는 불투수율이 80~90%에 이르는 지역으로, 빗물과 함께 매일 1,300톤의 하수도가 버려져 하수관로 배출 용량에 과부하를 일으키고 하수처리 비용이 많이 들었음
 - 이번 사업으로 연간 하수도 요금 2억원, 중랑물재생센터 처리비용 5억원 포함 **연간 7억원 이상 비용 저감 가능**



자료: 서울시

04 고양시 LID 적용 사례

● 도시 소생태계 조성사업 (환경부)

▶ LID 기술인 **옥상녹화**를 적용하여 빗물 유출 저감효과 및 도시 열섬, 온실가스 배출 감소 용이

사업명	제안과제명	발주처
2022년 도시 소생태계 조성사업	도시 소생태계 (옥상 바이오톱) 조성사업 - 일산 서구청 옥상녹화 -	환경부

추진 배경 및 필요성

- 기후변화로 인해 폭염 피해가 심화될 것으로 전망됨에 따라 **폭염 피해 예방 및 기후변화대응 등 선제적 대비**가 필요
- 대부분의 무더위 쉼터 옥상이 콘크리트로, 건물 온도 상승 등 냉방기 사용에 대한 **에너지 효율이 떨어지고 도심 열섬현상**을 가중시키고 있음

사업 제안 내용

- 도시지역의 생태계 안정성 및 종다양성 증진을 위한 **소생태계 조성 및 지역주민의 생태 체험, 휴식** 등을 위한 공간을 조성하고자 일산서구 대화동에 위치한 **'일산서구청' 옥상녹화**를 진행하고자 함
- 대상지인 '일산서구청'은 반경 2km 이내에 다수의 근린공원이 위치하고 있으며, 대상지가 이들을 이어주는 **교두보 역할**을 하여 **인근 녹지축의 확장**이 가능할 것으로 판단되어 사업 대상지로 제안하였음

전체 모식도



4층보전지역

6층이용지역,완충지역

04 고양시 LID 적용 사례

● 기후변화 취약계층 지원사업 (환경부)

▶ 전생애주기별 기후변화 취약계층 보호를 위한 **빗물 활용 Climate Response Green Zone** 구성

사업명	제안과제명	발주처
2022년 기후변화 취약계층 지원사업	생애주기별 기후변화 취약계층 보호를 위한 Climate Response Green Zone 구성	환경부
추진 배경 및 필요성		
<ul style="list-style-type: none"> 기후변화에 따른 폭염·한파 등 이상기후의 빈도·피해 증가로 적응 능력이 상대적으로 부족한 취약계층 대상으로 적극적인 대응·지원이 필요함 점점 심화되고 있는 기후변화에 대응하여 고양시 내 취약계층이 밀집한 지역의 주거환경, 어린이 놀이시설, 노인 쉼터 등을 개선하고, 이를 기반으로 장기적으로는 기후약자에 대한 고양시의 환경, 사회, 문화적 정체성을 확고히 하기 위함 		
사업 제안 내용		
<ul style="list-style-type: none"> 본 사업에서는 생애주기별 기후변화 취약계층 보호를 위해 빗물을 활용하는 도심형 숲 공간(Green Zone)을 조성하여, 유아부터 노인까지 기후변화에 대한 적응 능력을 높이고 잠재적 피해로부터 위험 저감 세대별 맞춤형 'Green 놀이공간' 조성으로 주민 건강 증진 및 심리적 안정감을 제공하고, 어린이, 청소년, 노인까지 함께 공존할 수 있는 공간 구성으로 세대 간 함께 어울릴 수 있는 공간 활용 가능 		

구분	적용 모습	적용 기술
영유아 Green Zone (주교 6공원)		* 불투수면적 개선: 천연잔디 식재를 통한 통수능 확대
청소년 Green Zone (주교 청소년 자유공간)		* 식생수로 및 소규모 수변 공간(연못) 조성 * 빗물 활용 텃밭 조성 (빗물저금통 등)
노인 Green Zone (주교 1경로당)		* 지붕 우수배관을 통한 빗물 차집 및 재이용 * 바닥면 녹화 (빗물 저류)

감사합니다