전주시 물관리 종합대책 수립을 위한 심포지엄 개최

○ 일 시 : 2009.7.10(월) 10:00~12:00
○ 장 소 : 전주시청

전북발전연구원 JEONBUK DEVELOPMENT INSTITUTE · 전주시

전주시 물관리 종합대책 수립을 위한 심포지엄 개최

○ 일 시 : 2009. 8. 10(월) 10:00 ~ 12:00

○ 장 소 : 전주시청

○ 주 관 : 전북발전연구원

○ 후 원 : 전 주 시

전북발전연구원 JEONBUK DEVELOPMENT INSTITUTE · 전주시

전주시 물관리 종합대책 수립을 위한 심포지엄 개최

□ 개최개요

○ 일　　시 : 2009. 8. 10(월) 10:00 ~ 12:00

○ 장　　소 : **전주시청 4층 회의실**

○ 주요내용 : **도심 물순환 및 수질개선을 위한 LID 활용방안**

(한국환경정책·평가연구원 최지용 박사)

- 도시계획 측면에서 LID 접근 방법과 환경적 요인과의 관계
- 현도시계획 시설(도시공간시설 등)에서 문제점과 LID 적용 방안 제시

○ 주　　관 : **전북발전연구원**

○ 후　　원 : **전주시**

□ 진행순서

구 분	시 간	내 용	비 고
개 회	10:00~10:05 (5′)	· 개　　식	사회 : 전발연
	10:05~10:10 (5′)	· 인사말씀	전주시 예술도시국장
심포지엄	10:10~11:00 (50′)	· **도심 물순환 및 수질개선을 위한 LID 활용방안**	최지용 박사(KEI)
	11:00~11:50 (50′)	· 토　　론	
오 찬	12:00~13:00 (60′)	· 오　　찬	지정장소

□ 세부계획

◈ 개　　회 》》 10:00~10:10 ----------]

사회 : 전북발전연구원 장남정

○ 인　　사 : 전주시 예술도시국장

◈ 심포지엄 》》 10:10~11:50 ----------]

○ 발표 (10:10～11:00, 50′) : 한국환경정책・평가연구원 최지용 박사
- 도심 물순환 및 수질개선을 위한 LID 활용방안

○ 토론 (11:00～11:50, 50′)

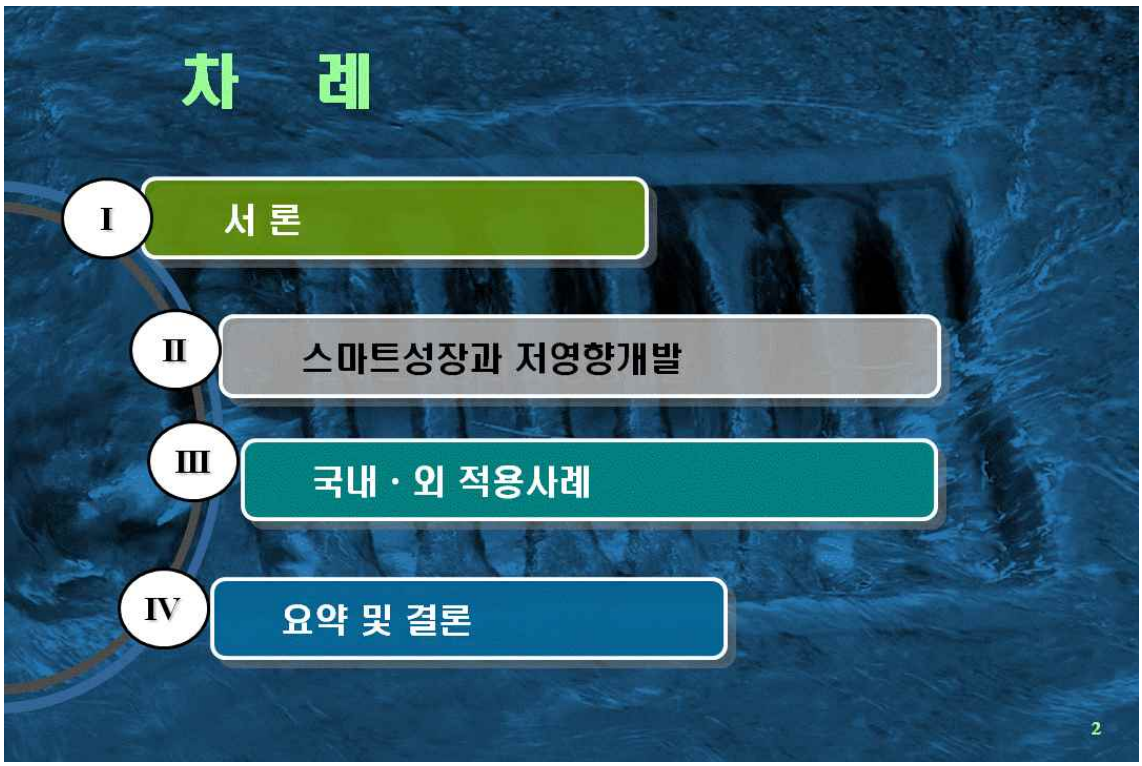
◈ 오　　찬 》》 12:00~13:00 ----------]

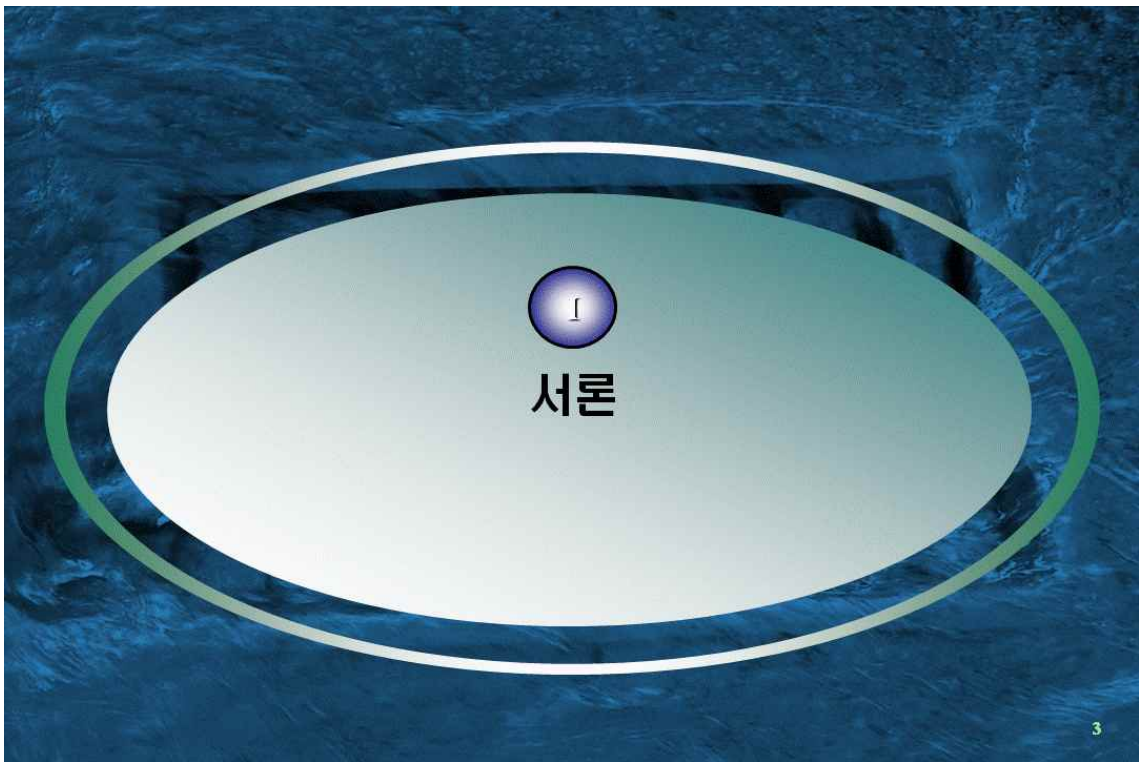


도심 물순환 및 수질개선을 위한 LID 활용방안

한국환경정책·평가연구원 최지용 박사


도심 물순환 및 수질개선을 위한
LID 활용방안
2009. 8. 10
최 지 용
한국환경정책평가연구원


차 례
I 서 론
II 스마트성장과 저영향개발
III 국내 · 외 적용사례
IV 요약 및 결론
2

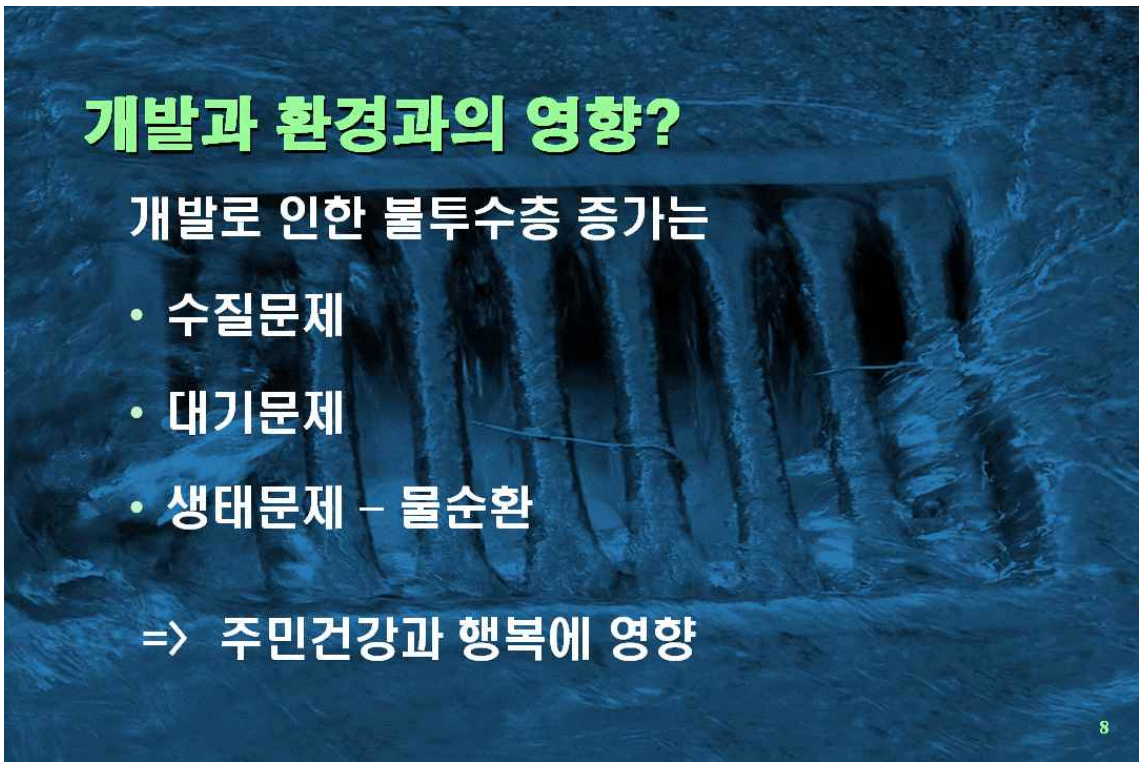

1
서론
3


"물순환", "비점", 유역관리",
"LID" "Smart Growth", 이건
또 뭐야?
4

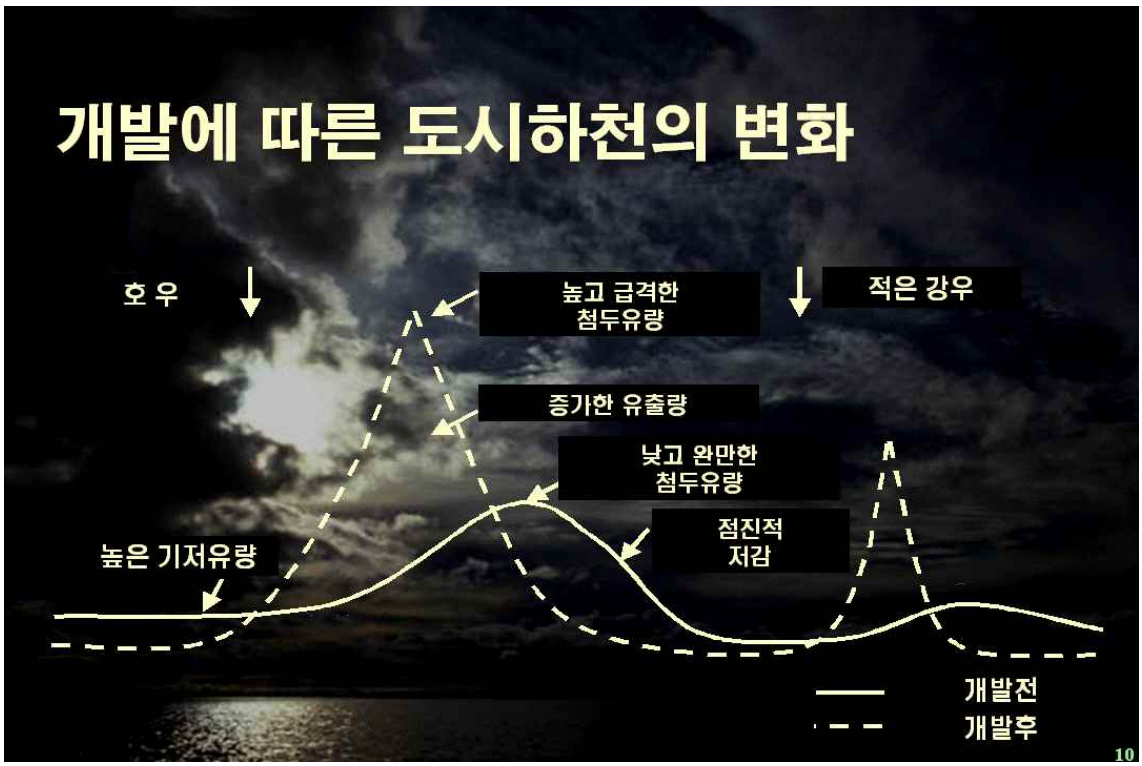

개 요
• 최근의 친환경적 토지이용에 대한 검토
• 친환경적 유역관리 수단 도출
- 스마트성장(Smart Growth)과
저영향개발(LID:Low Impact Development)
5

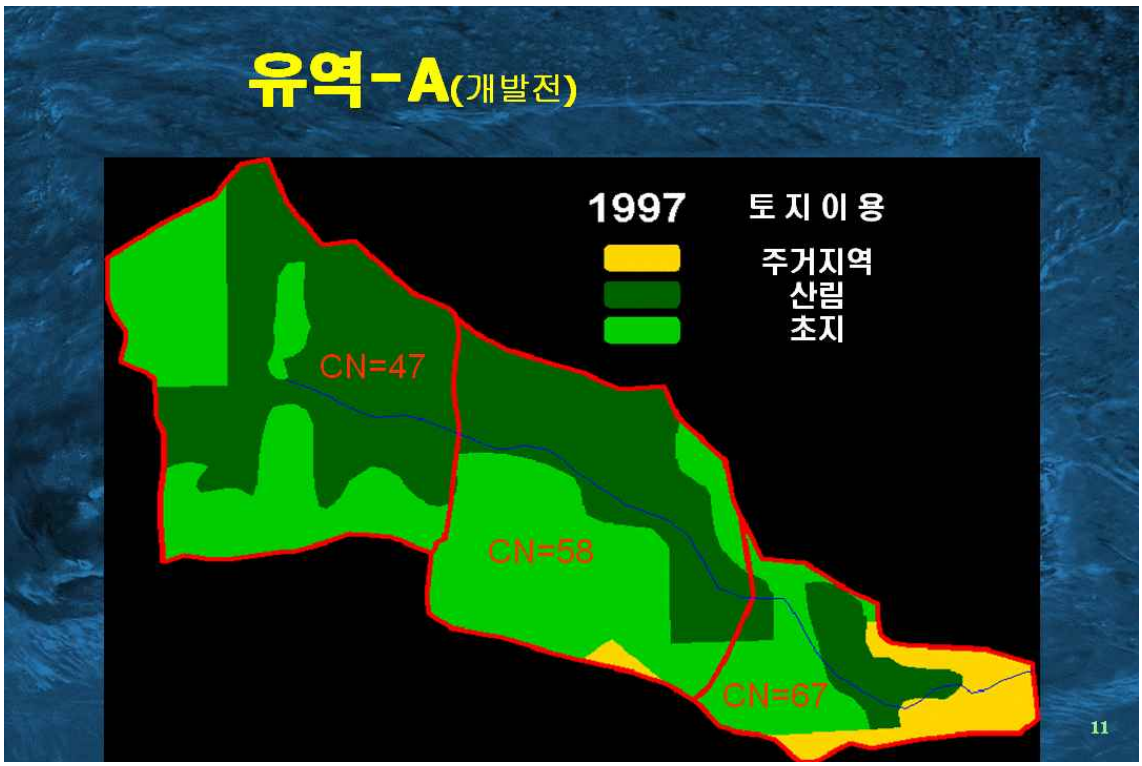

II
스마트성장과 저영향개발
- Smart Growth & LID -
6


1. 스마트성장(Smart Growth)
- 수질과의 관계 ?
7

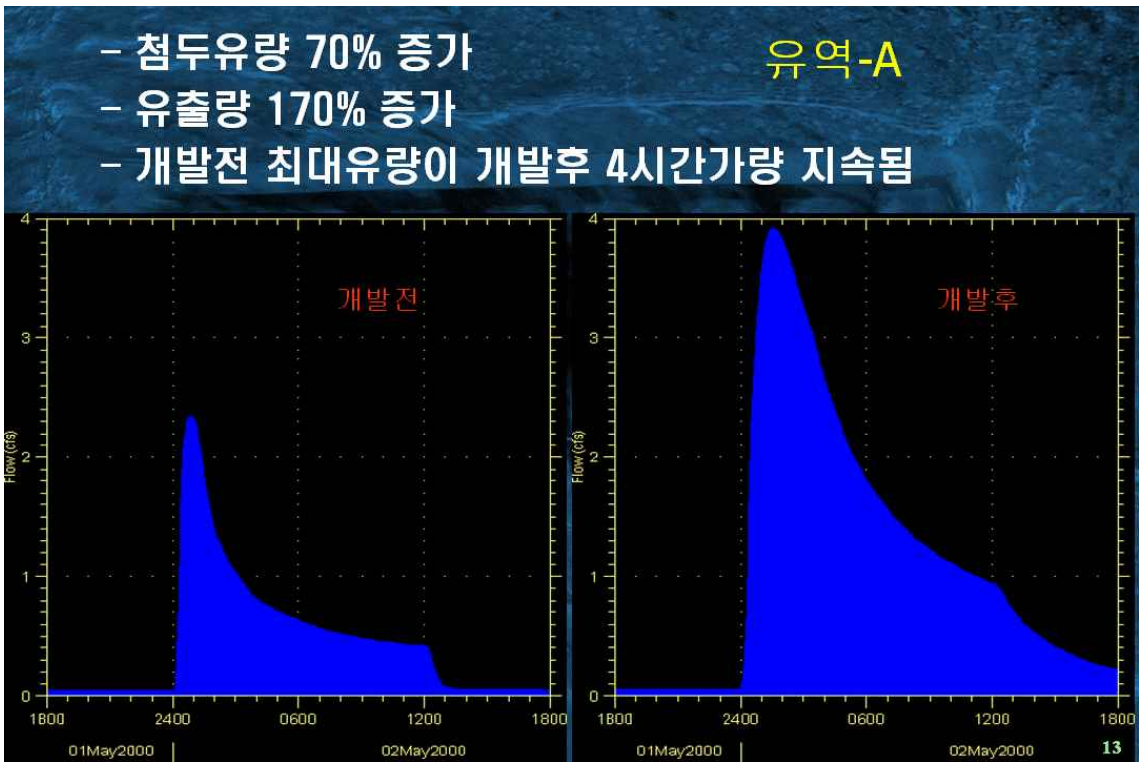

개발과 환경과의 영향?
개발로 인한 불투수층 증가는
• 수질문제
• 대기문제
• 생태문제 – 물순환
=> 주민건강과 행복에 영향
8


9


개발에 따른 도시하천의 변화
호 우
높고 급격한
첨두유량
적은 강우
증가한 유출량
낮고 완만한
첨두유량
점진적
저감
높은 기저유량
개발전
개발후
10


유역-A(개발전)
1997
토 지 이 용
주거지역
산림
초지
CN=47
CN=58
CN=67
11


유역-A(개발후)
2001
토 지 이 용
주거지역
산림
초지
CN=47
CN=67
CN=67
12


- 첨두유량 70% 증가
- 유출량 170% 증가
- 개발전 최대유량이 개발후 4시간가량 지속됨
유역-A
개발전
개발후
Flow (cfs)
0
1
2
3
4
1800
2400
0600
1200
1800
01May2000
02May2000
13


불투수면이 5%이하인 유역은 양호한 여울과 소, 건기시 습지를 유지하며 좋은 완충식생이 있어 안정적이고 자연 그대로의 모습을 가짐
14
Copyright 2000 Center for Watershed Protection


불투수면이 10%인
유역의 하천은 손상된
부분이 관찰됨.
원래 하천폭보다
2배가량이 넓어지고,
나무뿌리가 드러난
곳이 있으며 민감한
곳의 여울과 소가
사라짐
15
Copyright 2000 Center for Watershed Protection


불투수면 20%인
유역에서는 수로를
따라 배출되는
다량의 물질에 의한
기질상태의 악화와
함께 활발한 침식이
일어남.
16
Copyright 2000 Center for Watershed Protection

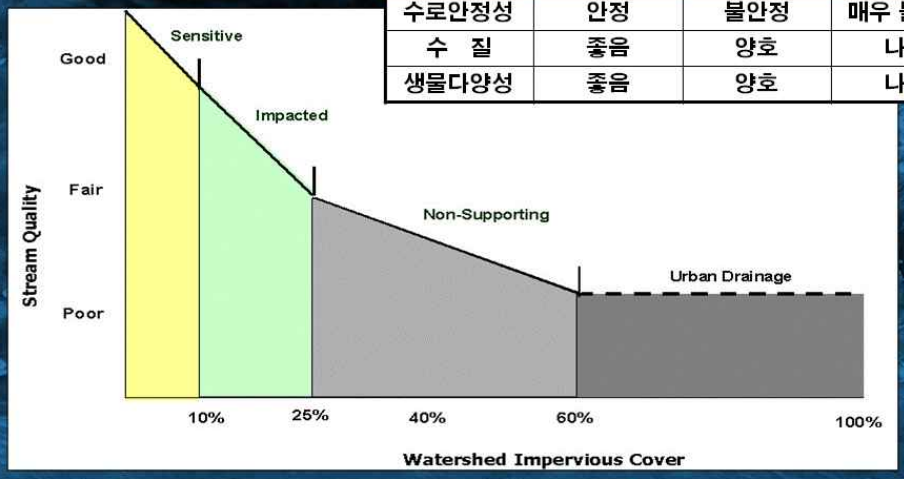

해당지역의
불투수면 역시
20%이나, 둑을
지지하는 식생이
없어 바로 전
슬라이드보다 더
많은 침식이
일어난 것을
확인할 수 있음.
17


불투수면 증가에 따른 수환경 변화
<5%
8-10%
~20%
불 투 수 면
50%이상
>40%
30%
18

3-3 불투수면 모델

3. 수질관리

불투수면	1-10%	11-25%	26%이상
수로안정성	안정	불안정	매우 불안정
수 질	좋음	양호	나쁨
생물다양성	좋음	양호	나쁨



불투수면의 비율을 20~30%로 관리

19

개발시

- 우수 흐름을 제대로 고려하고 있는가?





20

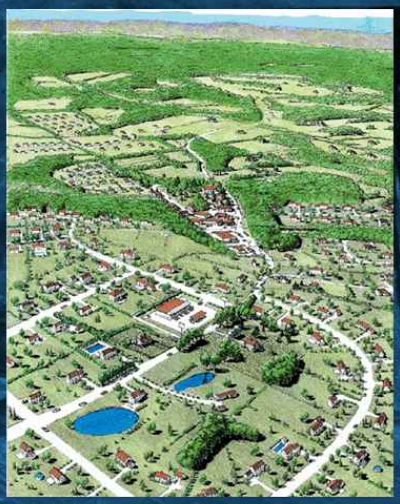
개발후

- 도시, 유역의 넓은 범위에서 어떤 변화가 일어날지 고려하고 있는가 ?



21

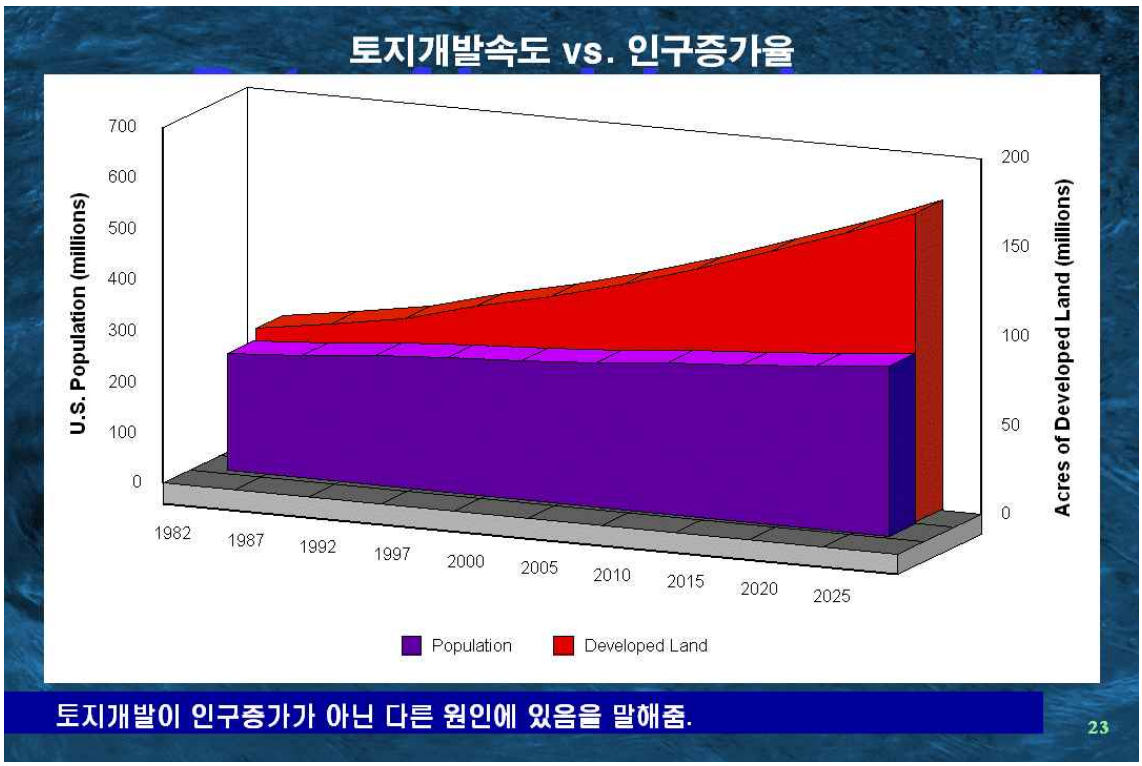
개발패턴이 유역차원에서 바람직 한가 ?



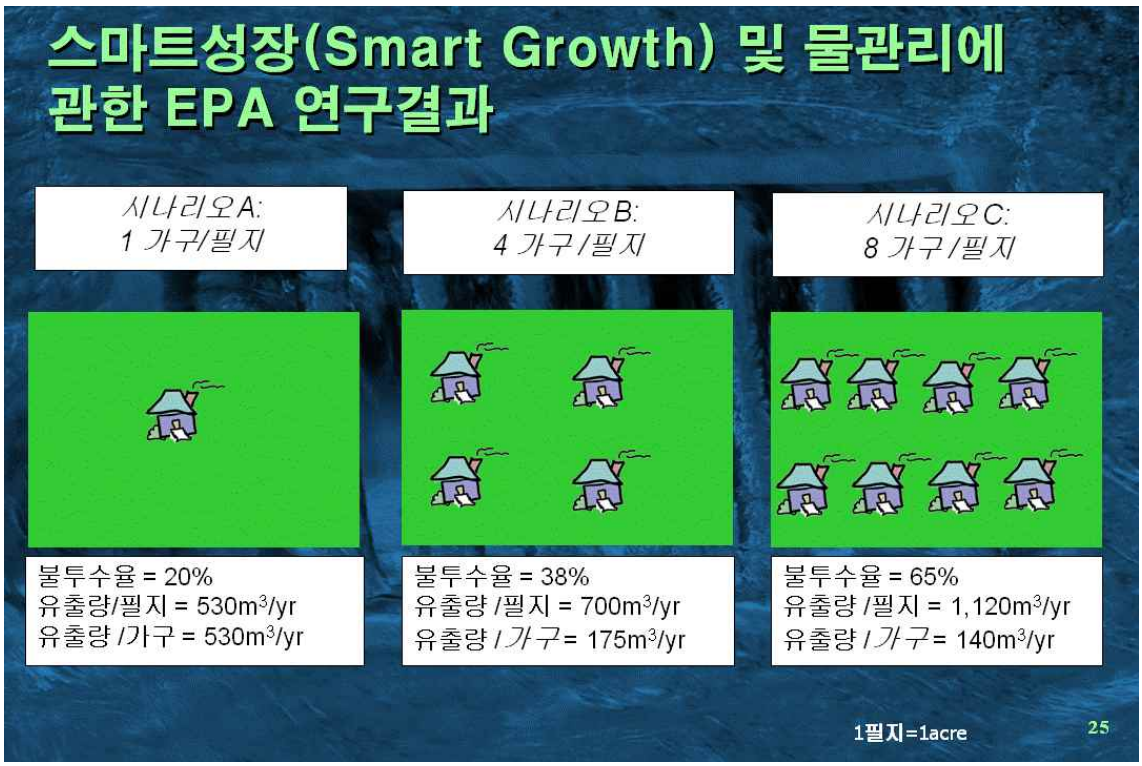
현재 신도시개발, 농지전환, 자동차중심의 개발이 아래와 같은 결과를 야기

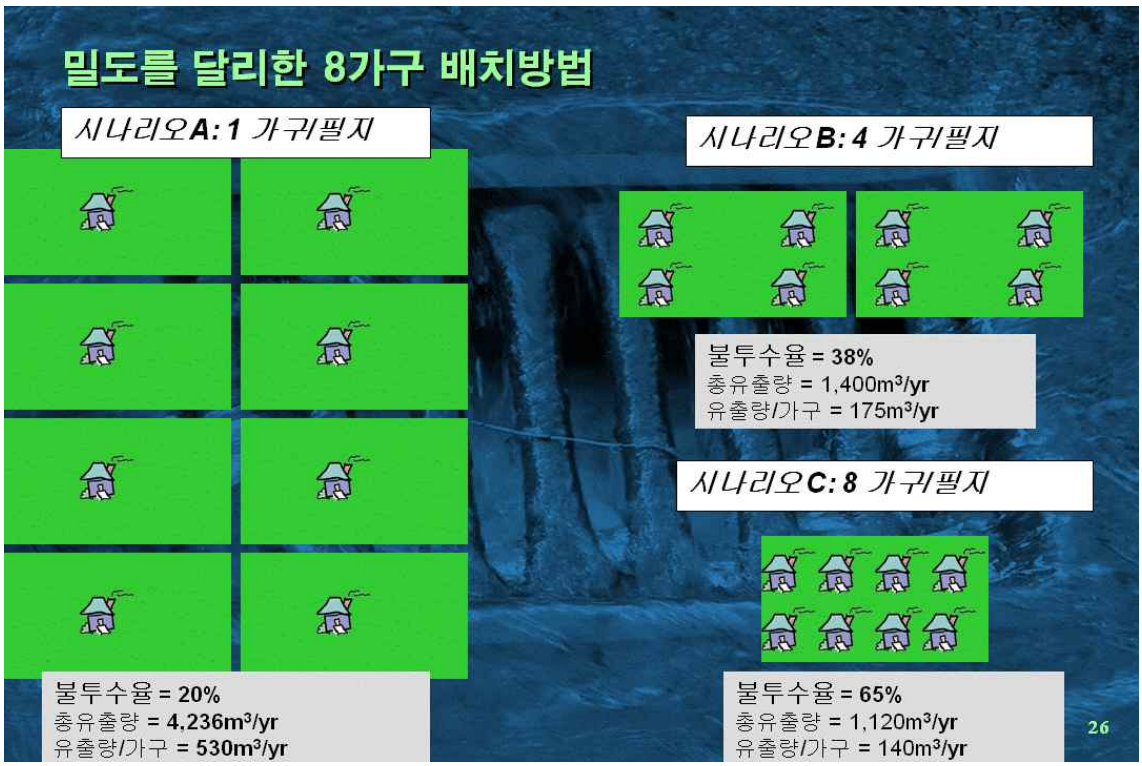
- 토지 잠식속도의 증가
- 농지감소
- 상업 및 업무단지와 기타 토지이용과 주거단지의 분리
- 통행시간 증가

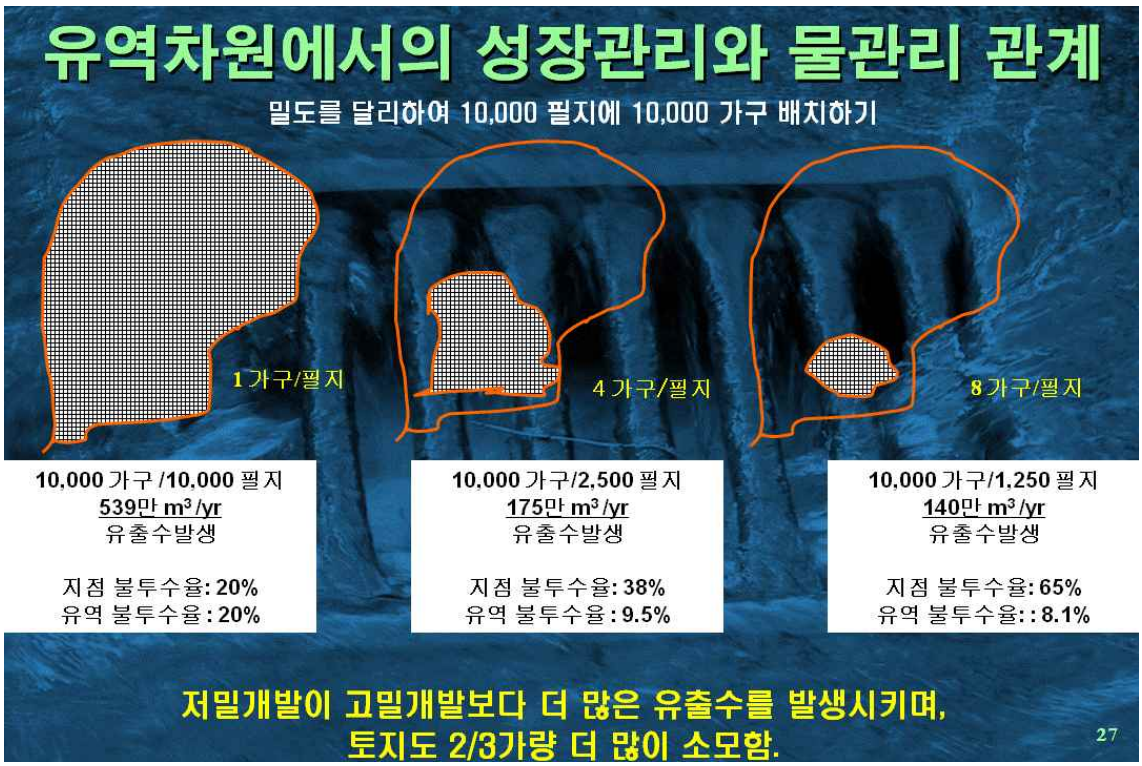
22

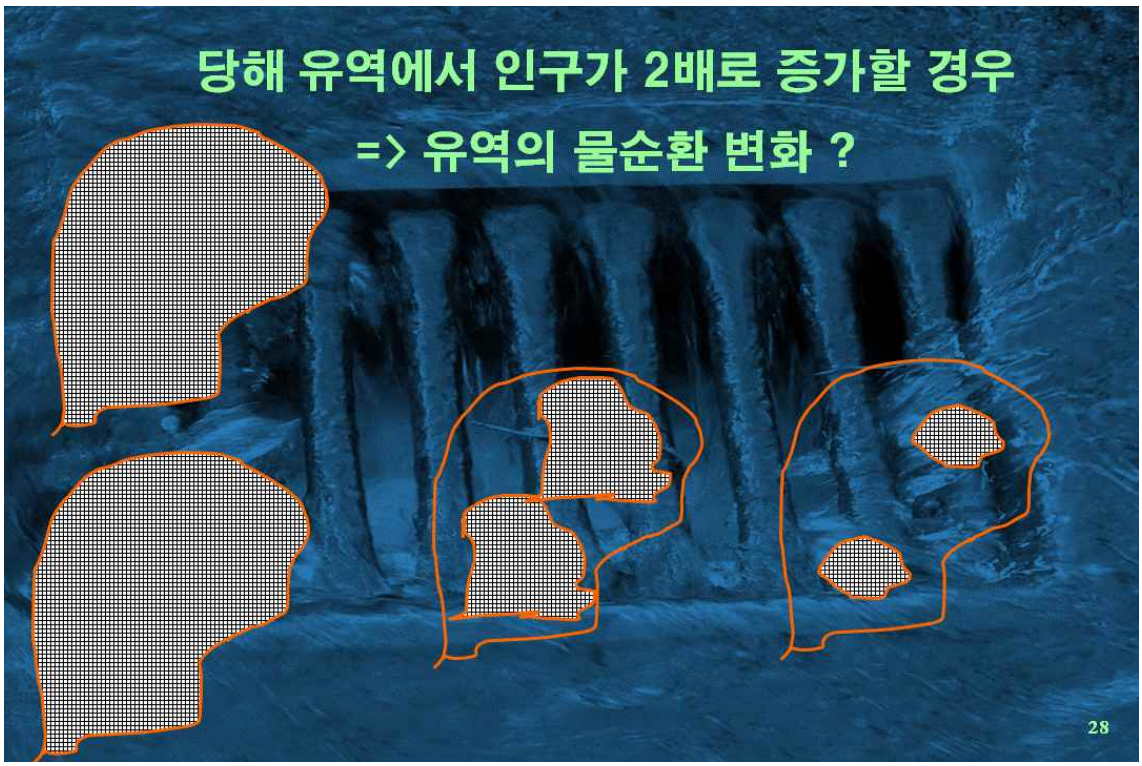

토지개발속도 vs. 인구증가율
U.S. Population (millions)
700
600
500
400
300
200
100
0
Acres of Developed Land (millions)
200
150
100
50
0
1982
1987
1992
1997
2000
2005
2010
2015
2020
2025
Population
Developed Land
토지개발이 인구증가가 아닌 다른 원인에 있음을 말해줌.
23


무엇이 유역기반 수질관리에 더 좋을까?
OR
저밀도 개발
고밀도 개발
24


스마트성장(Smart Growth) 및 물관리에 관한 EPA 연구결과
시나리오A:
1 가구/필지
시나리오B:
4 가구/필지
시나리오C:
8 가구/필지
불투수율 = 20%
유출량/필지 = 530m³/yr
유출량 /가구 = 530m³/yr
불투수율 = 38%
유출량 /필지 = 700m³/yr
유출량 /가구 = 175m³/yr
불투수율 = 65%
유출량 /필지 = 1,120m³/yr
유출량 /가구 = 140m³/yr
1필지=1acre
25


밀도를 달리한 8가구 배치방법
시나리오A: 1 가구/필지
시나리오B: 4 가구/필지
불투수율 = 38%
총유출량 = 1,400m³/yr
유출량/가구 = 175m³/yr
시나리오C: 8 가구/필지
불투수율 = 20%
총유출량 = 4,236m³/yr
유출량/가구 = 530m³/yr
불투수율 = 65%
총유출량 = 1,120m³/yr
유출량/가구 = 140m³/yr
26


유역차원에서의 성장관리와 물관리 관계
밀도를 달리하여 10,000 필지에 10,000 가구 배치하기
1 가구/필지
4 가구/필지
8 가구/필지
10,000 가구 /10,000 필지
539만 m³/yr
유출수발생
지점 불투수율: 20%
유역 불투수율 : 20%
10,000 가구/2,500 필지
175만 m³/yr
유출수발생
지점 불투수율: 38%
유역 불투수율 : 9.5%
10,000 가구/1,250 필지
140만 m³/yr
유출수발생
지점 불투수율: 65%
유역 불투수율: : 8.1%
저밀개발이 고밀개발보다 더 많은 유출수를 발생시키며,
토지도 2/3가량 더 많이 소모함.
27


당해 유역에서 인구가 2배로 증가할 경우
=> 유역의 물순환 변화 ?
28

스마트성장(Smart Growth) 원칙

- 토지이용의 혼합
- 콤팩트빌딩의 장점활용
- 보행로 확보
- 지역에 대한 깊은 이해를 바탕으로 차별화되고 즐거운 지역사회 육성
- 오픈스페이스, 농경지, 자연경관, 주요지점 보존
- 기존 커뮤니티의 강화 및 개발(신규 개발 자제)
- 다양한 교통수단 선택권 부여
- 예상가능하고, 공정하며 비용효과적인 개발계획
- 개발과정에 있어 지역사회와 이해관계자의 협력 장려

29

스마트성장(Smart Growth)과 수질

- 인구밀도와 불투수면은 일치하지 않음
- 잔디는 산림이나 초지 같은 훼손되지 않은 녹지와 같지 않음.
- 저밀개발은 더 많은 불투수 시설을 포함함.
- 성장욕구는 지속됨.
  - 밀도제한이 성장을 막지는 못함.

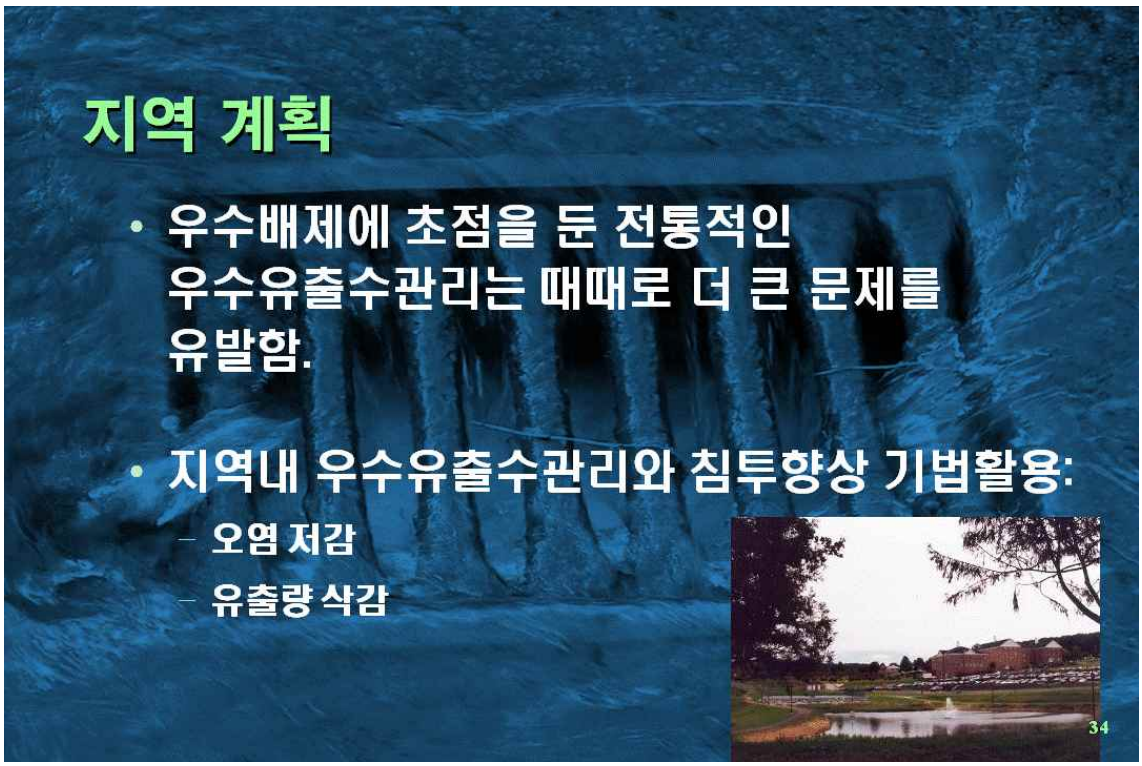


30


무엇이 유역의 수질관리에 더 나을까?를
고려하여 유역의 토지관리 필요 =>
Smart Growth=지속가능성장(개발)
상수원 지역의 토지이용
고급주거단지 ?
도로, 상업단지 ?
31


2. 저영향개발
(LID:Low Impact Development)
32


건전한 지역계획은
성공적인 우수유출수
관리의 핵심.
33


지역 계획
• 우수배제에 초점을 둔 전통적인 우수유출수관리는 때때로 더 큰 문제를 유발함.
• 지역내 우수유출수관리와 침투향상 기법활용:
– 오염 저감
– 유출량 삭감
34

저영향 개발의 기본 전제

- 오염부하, 유출량 및 유출속도를 저감하기 위한 지점 설계
- 분산된 소규모 처리 시스템의 활용
- 침투 및 지하수 저류의 극대화
- 기반시설 비용의 절감
- 생태계 기능 및 가치의 보전

35

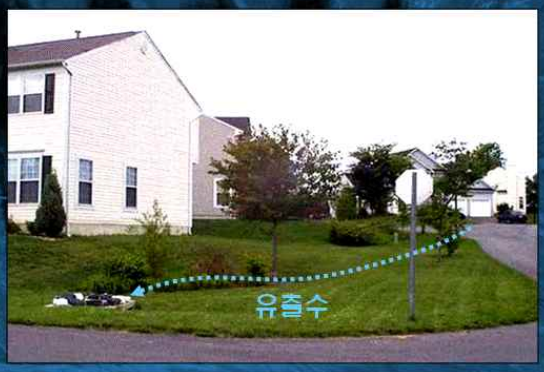
저영향 개발(LID)



36

저영향 개발(LID)

- 소규모로 최적관리기술을 분산시킴.
- 저류와 침투 기능을 증진.
- 우수관리 뿐 아니라 다른 복합적인 이점을 가져옴.



Residential bioretention system

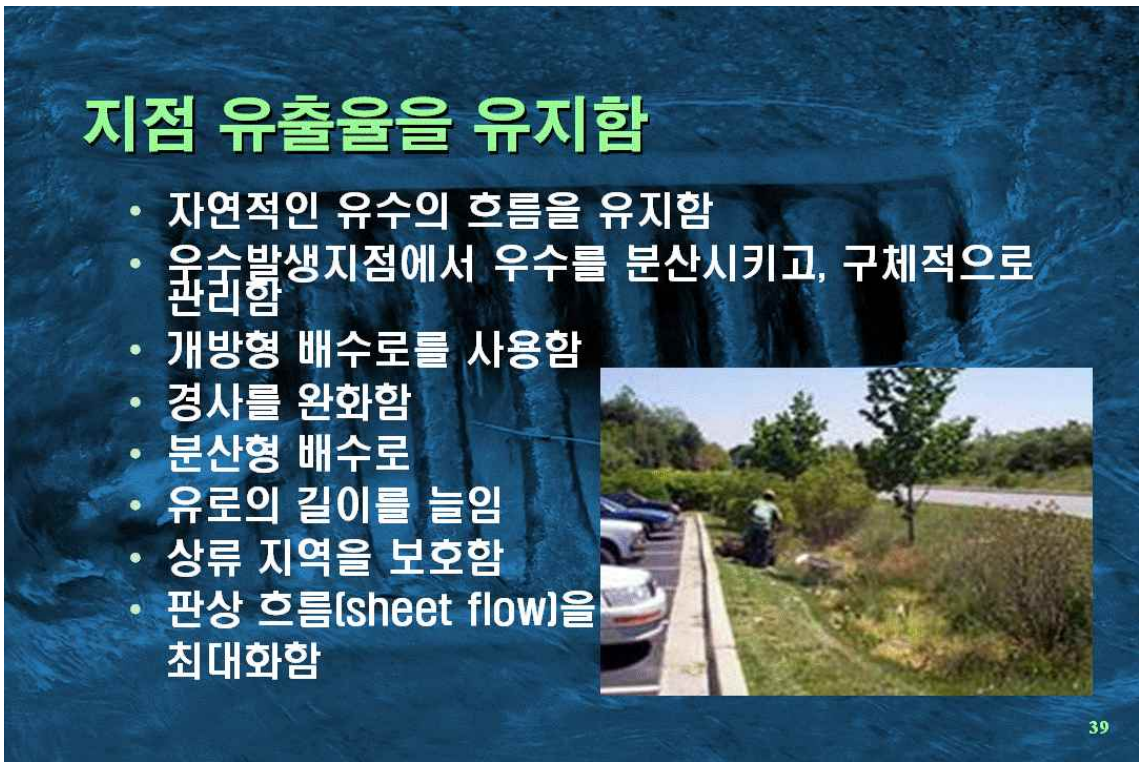
37

개발로 인한 영향의 최소화

- 우수관로, 연석, 홈통의 설치를 줄임.
- 건폐율을 줄임.
- 민감 토질을 보전함.
- 도로 폭을 줄임.
- 경사도를 최소화함.
- 부지 교란을 제한함.
- 불투수면을 줄임.



38


지점 유출율을 유지함
• 자연적인 유수의 흐름을 유지함
• 우수발생지점에서 우수를 분산시키고, 구체적으로 관리함
• 개방형 배수로를 사용함
• 경사를 완화함
• 분산형 배수로
• 유로의 길이를 늘임
• 상류 지역을 보호함
• 판상 흐름(sheet flow)을 최대화함
39


적용할 수 있는 곳에서는 설계기준으로 연석과 홈통을 대안할 방안을 사용할 수 있음
40

저영향 개발(LID)의 기본 관리 방안

- 흐름의 단절
- 생물학적체류(빗물 정원, 침투 도랑)
- 투과성, 다공성 포장
- 옥상 녹화
- 화단
- 토양 개량
- 개방형 유로
- 빗물 저장통

41

흐름의 단절



42


개방형 수로
43


생물학적 체류
44


주차장에서의
침투
45


빗물 정원
46


투과성, 다공성 포장
47


옥상 녹화
48


빗물 저장통
49


토양 개량
토양 개량
약 12인치의 깊이로
토양을 개량함
50


화단
51


기존
저영향 개발
기존
기능적인 경관 설계
52

건설비용 비교

(단위 : 1000원)

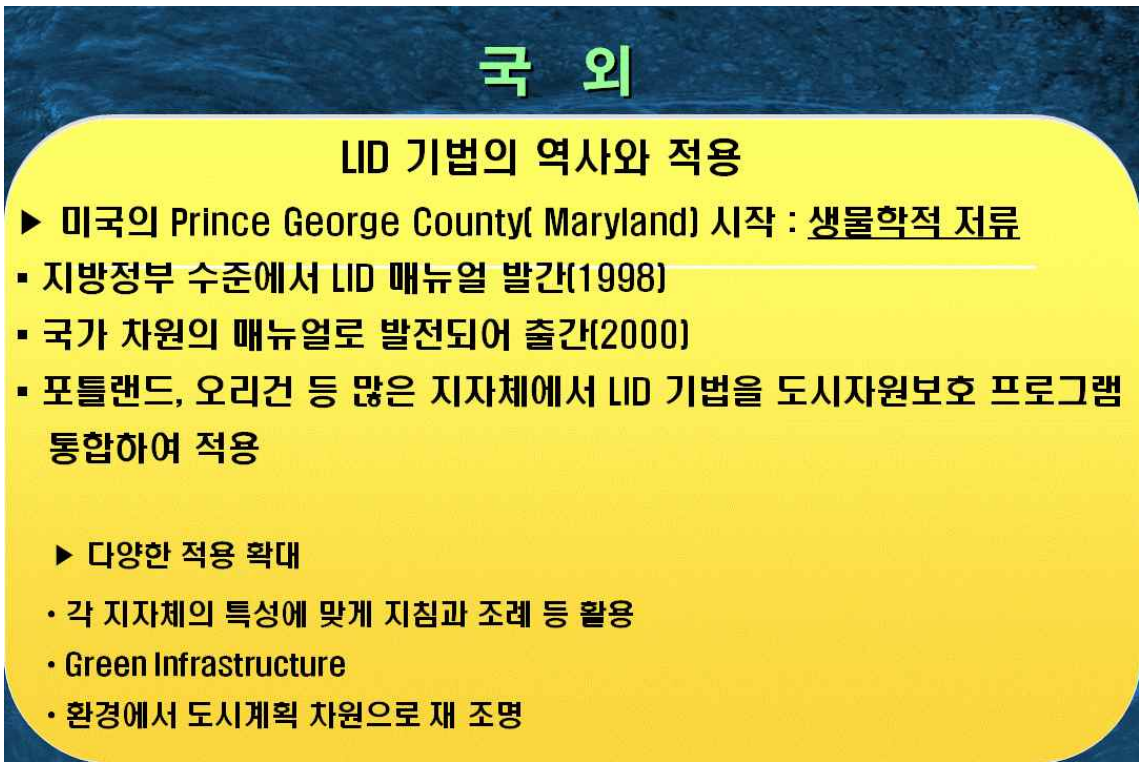
	기존	저영향 개발
그레이딩/도로	569,698	426,575
우수 배수	225,721	132,558
우수관리 연못/비용	260,858	10,530
생물학적체류/소규모	–	175,000
총비용	1,086,277	744,663
단위비용	14,679	9,193
필지당 이익	74	81

Prince George's County, Maryland

53




III
국내·외 적용사례
55

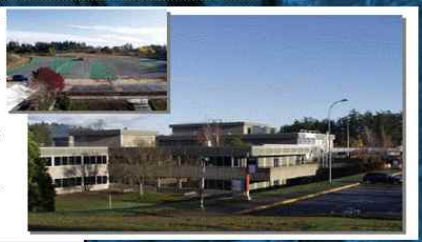

국 외
LID 기법의 역사와 적용
▶ 미국의 Prince George County(Maryland) 시작 : 생물학적 저류
▪ 지방정부 수준에서 LID 매뉴얼 발간(1998)
▪ 국가 차원의 매뉴얼로 발전되어 출간(2000)
▪ 포틀랜드, 오리건 등 많은 지자체에서 LID 기법을 도시자원보호 프로그램 통합하여 적용
▶ 다양한 적용 확대
• 각 지자체의 특성에 맞게 지침과 조례 등 활용
• Green Infrastructure
• 환경에서 도시계획 차원으로 재 조명

적용사례-1

Vancouver Island Technology Park

* Glendale Lodge 병원 부지 재개발

- 연못, 수로 : 대학, 공원 측면에 설치 – 산림지에 설치한 연못은 나무 뿌리보호를 위해 얕게 설계
- 식생수로, 개수로 : 가능한 모든 지역의 관로 대체
- 배수로 분산 : 유출경로 분산을 통한 유속 저감
- 기존 배수로 식재 혹은 재조성 : 오염물질 흡착 제거
- 연못의 침투능 개선 및 유출수 저감
- 10년 주기 홍수에 대비할 수 있는 잔디, 자갈을 이용한 주차장 설치
- 이용가능한 모든 건물에 빗물 활용시설설치
- 블고임을 방지하기 위해 큰 나무 활용





57

http://www.cagbc.org/green_building_projects/leed_certified_buildings.php?id=48press=1&show_column=332

적용사례-2

Chesterman Beach – Tofino, BC

•기존의 유출량 건식연못을 개선하여 저류지 설치

도로





우수유출수 관련시설

기존의 홈통, 도랑, 배수구, 지하관로를 통해 하천으로 유출하는 방법대신 자연지반을 따라 표면을 따라 유출되도록 식생수로 등을 활용

오픈 스페이스

16에이커	30에이커
도로녹지 공원, 기로녹지	소규모공원 오픈스페이스 완충용지

58

적용사례-3

East Clayton, BC

Surrey 시의 주도하에 지속가능한 도시로 거듭남

Neighbourhood Concept Plan
: 자동차 의존도를 줄이고 보행자 편리를 극대화 함

그린 인프라 & 압축 성장을 통한 도시개선
: 10가구/에이커

침투를 중심으로 한 빗물관리 계획
: 지붕유출수→정원
도로 유출수 → 식생수로

주택 설계 변경을 통한 투수면 확보







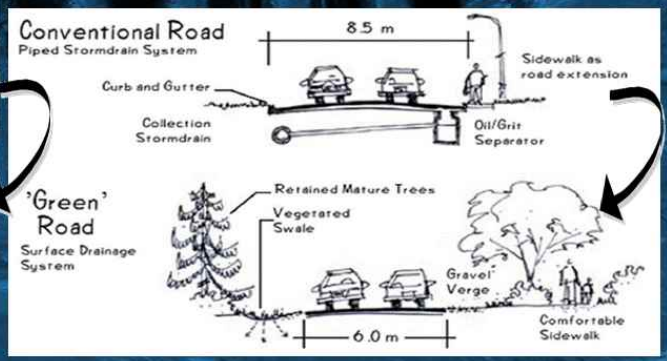
59

적용사례-4

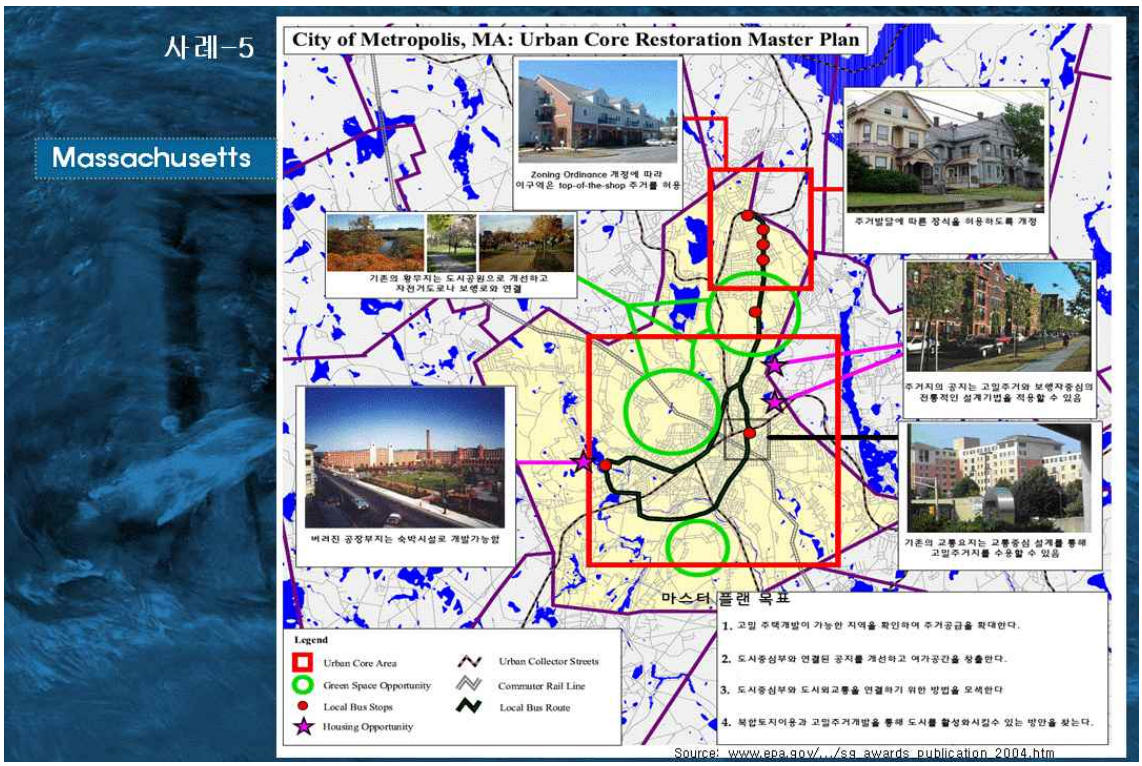
East Clayton, BC



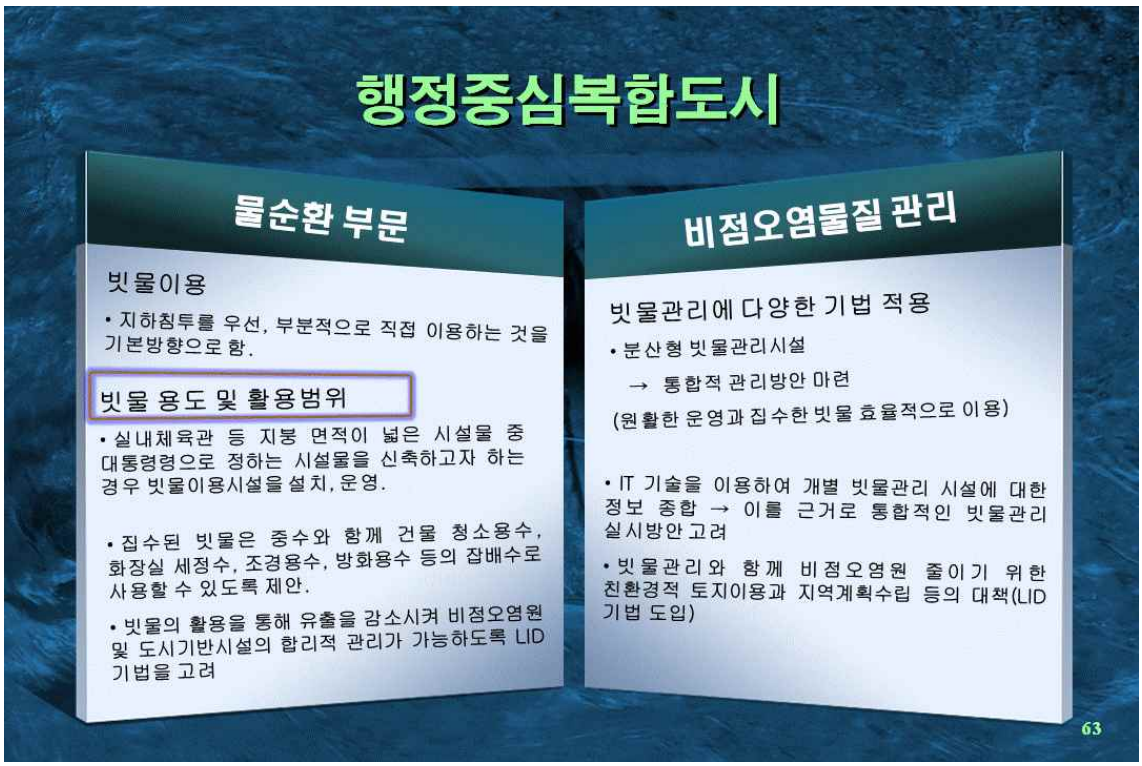


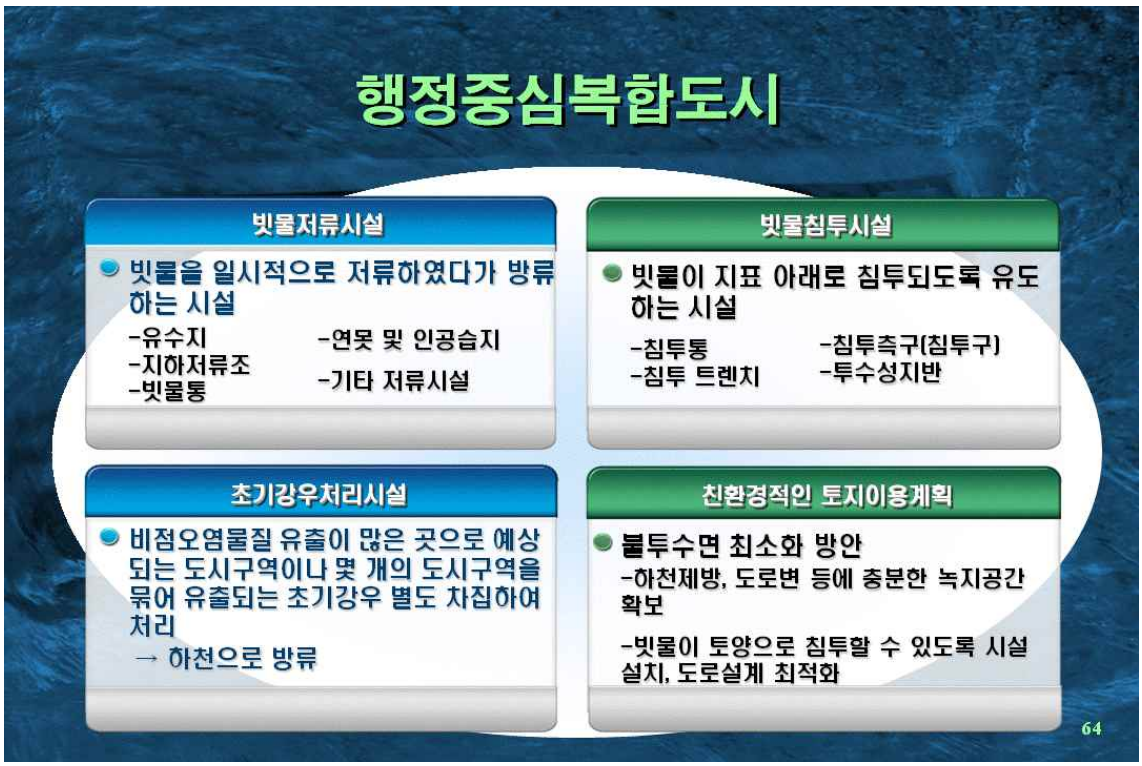


60


사례-5
Massachusetts
City of Metropolis, MA: Urban Core Restoration Master Plan
Zoning Ordinance 개정에 따라 이구역은 top-of-the-shop 주거를 허용
주거밀집에 따른 정식을 허용하도록 개정
기존의 황무지는 도시공원으로 개선하고 자전거도로나 보행로와 연결
주거지의 공지는 고밀주거와 보행자중심의 전통적인 설계기법을 적용할 수 있음
버려진 공장부지는 숙박시설로 개발가능함
기존의 교통요지는 교통중심 설계를 통해 고밀주거지를 수용할 수 있음
마스터 플랜 목표
1. 고밀 주택개발이 가능한 지역을 확인하여 주거공급을 확대한다.
2. 도시중심부와 연결된 공지를 개선하고 여가공간을 창출한다.
3. 도시중심부와 도시외곽을 연결하기 위한 방법을 모색한다
4. 복합토지이용과 고밀주거개발을 통해 도시를 활성화시킬수 있는 방안을 찾는다.
Legend
Urban Core Area
Green Space Opportunity
Local Bus Stops
Housing Opportunity
Urban Collector Streets
Commuter Rail Line
Local Bus Route
Source: www.epa.gov/.../sg_awards_publication_2004.htm


국 내
대전광역시
- 토지이용계획: 적정밀도의 개발 통한 토지 자원의 효율적 이용
- 물부문: 중수도 도입 및 적용통한 수자원 순환의 증가와 합리적 사용 촉진, 하천의 수질개선 통한 도시내 하천의 청량감과 어메니티의 도모
생태도시의 대두
하남시
-토지이용계획: 환경보전, 자연자원 소모 최소화, 지속가능한 관리 지향적 토지이용
-생태네트워크: 수계축과 녹지축 조성과 녹지 및 공원 면적 확대
김포시
- 토지이용계획: 친환경적 도시구조 구축, 전원속의 그런 커뮤니티 구축
- 물부문: 자연형 하천공법에 의한 환경친화적 수변공간으로 정비-> 공원녹지로 활용
파주시
-토지이용계획: 지구중앙의 농업생태공원 및 주요공원, 녹지축에 저밀주거 배치, 지구외곽에 중고밀 주거단지 배치
-물부문: 습지 등을 이용한 친환경적 물순환체계 구축
62


행정중심복합도시
물순환 부문
빗물이용
• 지하침투를 우선, 부분적으로 직접 이용하는 것을 기본방향으로 함.
빗물 용도 및 활용범위
• 실내체육관 등 지붕 면적이 넓은 시설물 중 대통령령으로 정하는 시설물을 신축하고자 하는 경우 빗물이용시설을 설치, 운영.
• 집수된 빗물은 중수와 함께 건물 청소용수, 화장실 세정수, 조경용수, 방화용수 등의 잡배수로 사용할 수 있도록 제안.
• 빗물의 활용을 통해 유출을 감소시켜 비점오염원 및 도시기반시설의 합리적 관리가 가능하도록 LID 기법을 고려
비점오염물질 관리
빗물관리에 다양한 기법 적용
• 분산형 빗물관리시설
→ 통합적 관리방안 마련
(원활한 운영과 집수한 빗물 효율적으로 이용)
• IT 기술을 이용하여 개별 빗물관리 시설에 대한 정보 종합 → 이를 근거로 통합적인 빗물관리 실시방안 고려
• 빗물관리와 함께 비점오염원 줄이기 위한 친환경적 토지이용과 지역계획수립 등의 대책(LID 기법 도입)
63


행정중심복합도시
빗물저류시설
빗물을 일시적으로 저류하였다가 방류하는 시설
-유수지
-지하저류조
-빗물통
-연못 및 인공습지
-기타 저류시설
빗물침투시설
빗물이 지표 아래로 침투되도록 유도하는 시설
-침투통
-침투 트렌치
-침투측구(침투구)
-투수성지반
초기강우처리시설
비점오염물질 유출이 많은 곳으로 예상되는 도시구역이나 몇 개의 도시구역을 묶어 유출되는 초기강우 별도 차집하여 처리
→ 하천으로 방류
친환경적인 토지이용계획
불투수면 최소화 방안
-하천제방, 도로변 등에 충분한 녹지공간 확보
-빗물이 토양으로 침투할 수 있도록 시설 설치, 도로설계 최적화
64

신도시 적용

환경적, 생태적, 경제적 여건 증진시키기 위한 물순환형 생태도시 전개

동판교 신도시

- 우수를 활용한 습지 공원내 조성
→ 단지내 습지와 연결해 물순환 체계 구축
- 앞산 기존습지 3곳을 그대로 살려 단지 안으로 끌어들이도록 함
- 단지 내 우수 최대한 이용하여 운중천 옆 저류지로 유입되도록 함

채육공원

파주 신도시

- 녹지와 수계를 연결한 생태축 조성
- 도시내 기간녹지와 지구내 녹지 및 수체와 연결 고려
- 빗물저류조, 자연배수시스템 조성하여 우수 최대한 활용

광교 신도시

- 구역 내 저류연못 조성
→사용한 중수에 대한 처리 공정 강화, 원천 저수지 수질오염 방지
- 특별계획구역 및 행정타운에 중수도 시스템구축 → 수류순환망 개념 강화

65

파주신도시 물순환

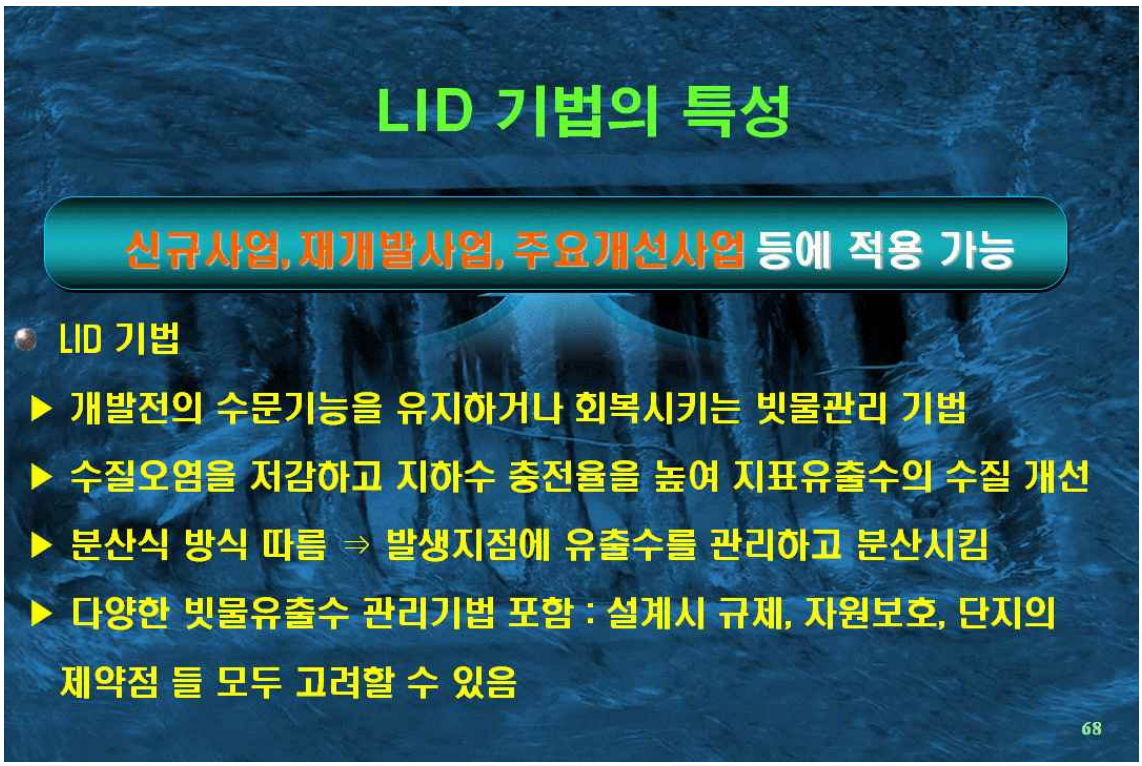


범 례

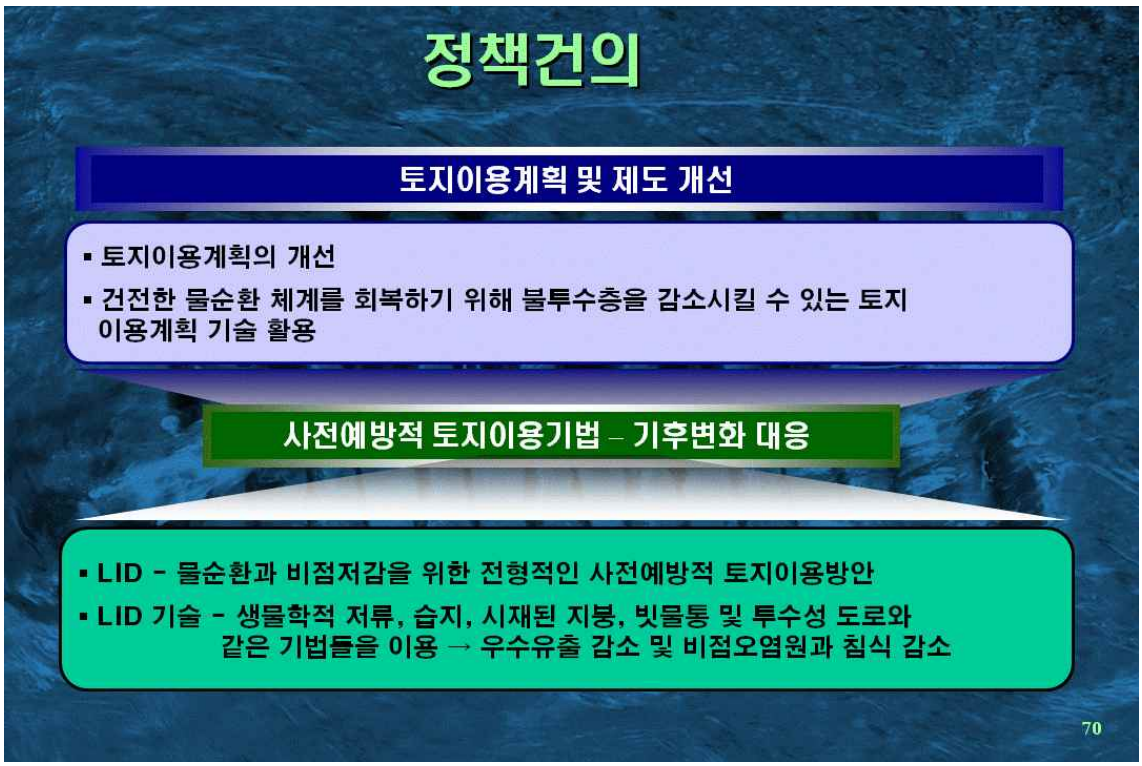
1. 휴식공간
2. 리버택시 정류장
3. 생태수로
4. 생태호수 및 waterfront
5. 수질정화습지 및 서식처 공간
6. 저수지
7. 퍼머컬쳐
8. 중앙생태공원
9. 보전산림 및 습지
10. 실개울
11. 완충녹지
12. 생태다리

66


Ⅳ
요약 및 결론
67


LID 기법의 특성
신규사업, 재개발사업, 주요개선사업 등에 적용 가능
LID 기법
▶ 개발전의 수문기능을 유지하거나 회복시키는 빗물관리 기법
▶ 수질오염을 저감하고 지하수 충전율을 높여 지표유출수의 수질 개선
▶ 분산식 방식 따름 ⇒ 발생지점에 유출수를 관리하고 분산시킴
▶ 다양한 빗물유출수 관리기법 포함 : 설계시 규제, 자원보호, 단지의 제약점 들 모두 고려할 수 있음
68


LID
세부기법
생물학적 저류
1
빗물유출로 인한 오염물질을 제거하거나 빗물을 보유하기 위해 식물, 미생물, 토양의 물리, 화학, 생물학적 성질 이용하는 통합빗물관리 실행
토양개량
2
효과적인 물의 저장과 방류는 토양의 조성, 구조, 깊이, 유기물함량, 생물군에 따라 결정.
투수성 포장
3
투수성 포장 시스템 : 투수콘크리트, 또는 아스팔트 포장, 골재 또는 플라스틱 포장, 플라스틱 격자 시스템
식생지붕
4
• 집약식 – 15cm의 깊은 토양단면으로 설계, 공공산책로나 도시환경의 주요 조경요소로 기능
• 조방식 – 낮고 가벼운 중량의 3~13cm 토양단면 에너지효율증가, 도시기온감소, 빗물관리
지붕 집수 시스템
5
지붕빗물을 저장하여 사용: 가정잡용수, 농업용수, 조경용수 등의 수요 만족
69


정책건의
토지이용계획 및 제도 개선
▪ 토지이용계획의 개선
▪ 건전한 물순환 체계를 회복하기 위해 불투수층을 감소시킬 수 있는 토지 이용계획 기술 활용
사전예방적 토지이용기법 – 기후변화 대응
▪ LID - 물순환과 비점저감을 위한 전형적인 사전예방적 토지이용방안
▪ LID 기술 - 생물학적 저류, 습지, 시재된 지붕, 빗물통 및 투수성 도로와 같은 기법들을 이용 → 우수유출 감소 및 비점오염원과 침식 감소
70


감사합니다.
최 지 용
02-380-7617
011-793-1906
jychoi@kei.re.kr
71