

광주생물다양성 세미나

물순환도시를 위한 광주천 복개하천 복원

일 시 | 2023년 4월 18일(화) 14시

장 소 | 광주광역시의회 5층 예결산특별위원회실



광주전남
녹색연합
Green Korea
Gwangju Jeonnam



Gwangju Council for Sustainable Development
광주광역시 지속가능발전협의회



광주광역시의회
Gwangju Metropolitan Council

광주생물다양성 세미나

- 물순환도시를 위한 광주천 복개하천 복원 일정

구분	내용		발표자
14:00~14:10	개회식	<ul style="list-style-type: none">• 참여자 소개• 인사말 : 최지현 시의회 환경복지위원	
14:10~14:35	발제 1	<ul style="list-style-type: none">• 상무지구 물순환도시 시범사업 이후 유지관리를 위한 제안	권경호 (도시물순환센터 센터장)
14:35~15:00	발제 2	<ul style="list-style-type: none">• 기후변화, 물순환 그리고 복개하천	김민환 (호남대학교 토목환경공학과 교수)
15:00~15:15	발제 3	<ul style="list-style-type: none">• 상무지구 물순환도시 시범사업 추진경과	이신 (광주광역시 기후환경국 수질개선과장)
15:15~15:20	장내정리		
15:20~16:10	전체토론		좌장 : 박미경(광주환경운동연합 대표)

목 차

발 제

상무지구 물순환도시 시범사업 이후 유지관리를 위한 제안 권경호(도시물순환센터 센터장)	5
기후변화, 물순환 그리고 복개하천 김민환(호남대학교 토목환경공학과 교수)	33
상무지구 물순환도시 시범사업 추진경과 이 신(광주광역시 기후환경국 수질개선과장)	63

광주생물다양성 세미나
물순환도시를 위한 광주천 복개하천 복원

상무지구 물순환도시 시범사업 이후 유지관리를 위한 제안

권경호

(도시물순환센터 센터장)

상무지구 물순환도시 시범사업 이후 유지관리를 위한 제안

2023.04

(주)스톰워터바이오 권경호 대표



다제곡 자락

저영향개발 기법(LID)에 대한 시민 인식과
빗물마을 조성사업 추진방향

CONTENTS

- I 물순환 정책 확대를 위한 시민참여 방안
- II 물순환 시범마을 조성에서의 시민참여 방안
- III 물순환 시범마을 유형과 조성 방안
- IV 물순환 시설 유지관리 항목

1. 물순환 정책 확대를 위한 시민참여 방안

1. 물순환 정책 확대를 위한 시민참여 방안

■ 시민참여 방안 I : 도시내 기존 LID 시설 찾기 및 홍보

- 도시내 LID 시설 찾기 배경
 - ✓ 생활 속에 이미 일부 LID 시설 있음 → 그러나, 일반 시민들은 느끼지 못하면서 LID를 어렵다고 생각 → 따라서 LID 시설을 제대로 모르고 유지관리가 어렵다고 느낌
- 도시내 LID 시설 찾을 시 고려사항
 - ✓ 주차장(투수블록, 잔디블록, 투수자갈 등), 옥상(옥상녹화, 작물 재배지는 제외), 조경공간(지붕 빗물유출수가 직접 흘러 들어 가도록 되어있는 곳), 인공습지(강우 유출수가 흘러 들어 갈 때)
- 도시내 LID 찾기 및 물순환 도시 반영
 - ✓ 관내 건물/주차장/도로/조경공간/공원 등으로 세분하여 관내 LID 사례, 유지관리 활동 → 물순환도시 설계시 확대 위한 시민제안 사업



■ 광주광역시청



■ 서울시 청운중학교

1. 물순환 정책 확대를 위한 시민참여 방안

■ 시민참여 방안 II : 시민 주도 도시내 LID 적용사업 발굴 및 제안

- 도시내 비점오염/물순환 저감사업 발굴하여 물순환 도시 조성 및 환경개선 사업 제안
 - ✓ 관내 쓸데없는 공공지역 불투수면 조사
 - ✓ 포장면(인도/보도/주차장 등)으로 토사유출이 되는 조경공간 찾고 개선사업 제안
 - ✓ 공공기관(학교, 주민센터, 시청, 기타 공공기관) 지붕 빗물 유출수 배관 → 조경공간으로 유도
- 기존 관내 환경개선사업 → LID로 유도
 - ✓ 도로 떠돌이 사업, 보도블록 교체사업, 가로수 조성사업



1. 물순환 정책 확대를 위한 시민참여 방안

■ 시민참여 방안 III : 민간 LID 참여 운동

- 배경
 - ✓ 국내 토지의 사유지 규모는 거의 세계 최대 비율 → 민간부지를 LID화 하지 못하면 비점오염관리 쉽지 않음 주택부지의 1~2% 공간을 빗물의 저류/침투/증발산이 가능하도록 유도하면 LID 가능
- 주택의 LID 화 운동 수행
 - ✓ 주택의 화단/조경공간을 침투가능한 공간으로 바꾸는 운동
 - ✓ 주택내 지붕 등의 빗물 유출수를 화단/조경공간으로 유도하여 침투 및 식물에 공급
- 주민참여시 인센티브 제도 도입
 - ✓ 저감되는 빗물양 만큼 상수도요금 면제
 - ✓ 조례제정을 통해 수행



1. 물순환 정책 확대를 위한 시민참여 방안

■ 시민참여 방안 IV : 주민참여 LID 유지관리 거버넌스 구축

- 선진국형 인프라 구축사업
 - ✓ 통합집중형 관리: 고도의 기술 필요, 전문가 위주 관리, 사고대응 어려움
 - ✓ 소규모 분산형 관리: 관리 쉬움, 일반인 관리 가능, 사고대응 쉬움
 - ✓ 선진국: 통합집중형 관리 → 소규모 분산형 관리
- 소규모 분산형 관리를 통한 일자리 창출
 - ✓ 소규모 분산형은 높은 전문성을 요구하지 않기에 일반인이 유지관리에 참여가능
 - ✓ 지역주민이 관리에 참여가능하며 새로운 거버넌스 구축가능
 - ✓ 사회복지자금/수계기금/노인복지 및 일자리 사업/환경관리비 등 활용
 - ✓ 조례제정을 통해 소규모 분산형 확대보급 및 지역주민 관리에 비용 지원

1. 물순환 정책 확대를 위한 시민참여 방안

■ 일자리 창출과 환경복지

- 잡초 관리
- 쓰레기 등 폐기물 관리



관내 소규모 분산형 시설
설치 및 지역주민 관리



지역 일자리 창출
(환경복지)



II. 물순환 시범마을 조성에서의 시민참여 방안

2. 물순환 시범마을 조성에서의 시민참여 방안

■ 빗물마을 조성사업 추진현황

년도	대상지역
2016	강북(인수동), 은평(불광동), 성북(장위동)
2017	금천(시흥동), 동대문(제기동), 양천(신월동)
2018	성동(송정동), 동대문(전농동), 강북(우이동), 금천(독산동)
2019	도봉(창3동), 은평(불광2동), 구로(구로동)



강북구 인수동

은평구 불광동



금천구 시흥동

동대문구 전농동



2. 물순환 시범마을 조성에서의 시민참여 방안

■ 2019년도 빗물마을 조성사업 추진일정

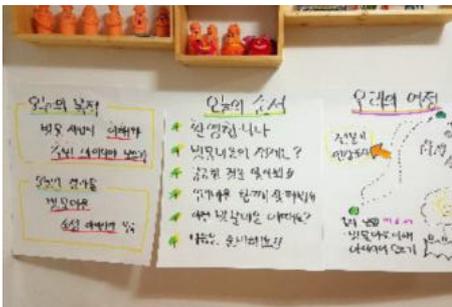


일정	추진절차	내 용
'18.10월	사업 설명회 개최	- 일시 : '18.10.17. - 장소 : 서소문청사 1동 8층 회의실
'18.11월~12월	공모계획 공고 신청서 접수	- 빗물마을 조성 공모 계획 공고 - 신청서 접수 마감 (12월 28일)
'19.1월	선정 심사	- 선정위원회 개최 - 신청서류 검토, 마을계획 등 심사
'19.2월	대상지 발표	- 선정 결과 최종 발표 - 사업 선정 자치구에 예산 재배정
'19.3~4월	용역 착수 및 통합 설명회	- 기본 및 실시설계 용역 발주 및 계약(자치구) - 지역주민, 자치구, 전문가 등 통합설명회 개최
'19.4~5월	주민워크숍 개최	- 워크숍 개최하여 주민의견 수렴 - 기본 및 실시설계 반영
'19.7월	실시설계 용역 준공	- 도시재생사업 등 연계사업 검토 - 빗물관리시설 설계지침 등 반영하여 설계(자치구)
'19.8월	공사 착공	- 공사 시행(자치구)
'19.11월	공사 준공	- 준공 전 시 자치구 합동 현장점검 시행

11

2. 물순환 시범마을 조성에서의 시민참여 방안

■ 주민참여



회의 준비

- 회의장 배치
- 이해관계자 인터뷰



빗물마을 사업 설명

- 빗물마을 사업취지 설명
- 사업과 주민의 역할 설명
- 사업 아이템 설명
- 질의응답 진행



주민 제안 및 의견 수렴

- 팀별 마을의 특징 및 자원 탐색
- 예시 자료를 참고하여 지도 위 설치 가능 시설물 제안
- 발표 및 의견 수렴

12

2. 물순환 시범마을 조성에서의 시민참여 방안

■ 주민참여



설계 초안 설명

- 빗물마을 사업 재설명
- 1차 워크숍에 따른 설계 초안 발표 및 설명



주민 제안

- 1차 계획안을 중심으로 개선점 논의



사업 우선순위 선정

- 빗물 이용 및 관리시설의 사업비 우선 순위 선정

2. 물순환 시범마을 조성에서의 시민참여 방안

■ 강북구 빗물마을 조성결과

- 주소 : 강북구 수유동 516번지 일대
- 전체면적 : 17,800m²
- 시공연도 : 2016년
- 빗물 관리 시설 : 투수블럭포장 (1,050m²), 잔디블럭포장 (100m²), 침투트렌치 (150m), 황토 빗물 저류침투측구 (60m), 유공관 (35m), 빗물저금통(10개소), 상자텃밭 등



2. 물순환 시범마을 조성에서의 시민참여 방안

강북구 빗물마을 조성결과

- 빗물관리시설의 명확한 집수면적을 산정하기 위해 현장확인 병행
- 현장조사가 이루어진 후 집수면적도 작성



투수블록포장



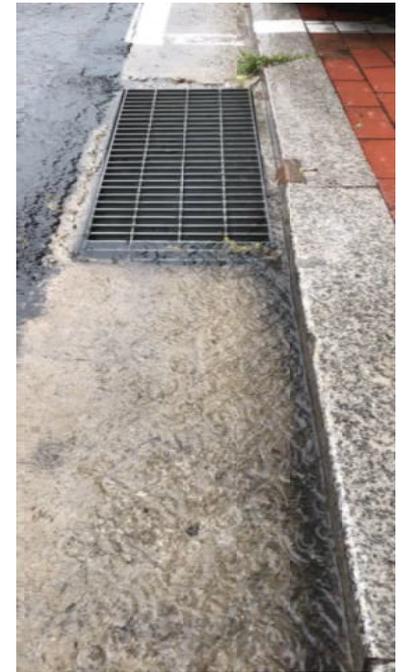
잔디블록포장



상자텃밭



빗물저금통



침투트렌치 유입부

15

2. 물순환 시범마을 조성에서의 시민참여 방안

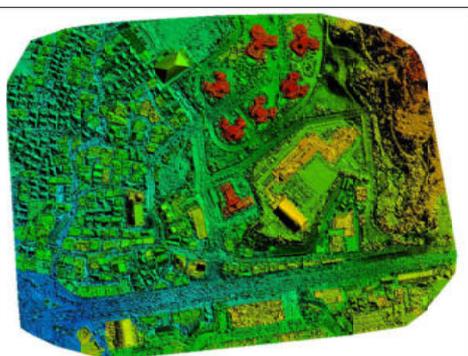
효과검증 개선 방안

유역 말단에서의 유량 변화
(적용 전, 후 비교)



- ① 개별 시설별 집수면적 확보 여부
- ② 개별 시설로 유입되는 빗물의 양
- ③ 시설의 투수능 변화(추후 유지관리 연계)

- 소규모 분산형 빗물관리 시설의 집수면적은 작아서 수치지형도의 표고점과 등고선으로는 정확한 집수면적 산정불가
- 넓은 면적: 드론 영상 분석을 통해 집수면적 산출 가능
- 좁은 면적: GPS 측량을 통해 가능



수치표면자료(DSM)



물길분석



집수면적 산출(예시)

빗물정원
집수면

16

2. 물순환 시범마을 조성에서의 시민참여 방안

■ 효과검증 개선 방안

- 해당 시설의 용량과 집수면적을 토대로 강우사상별 수위변화 추정(모델)
- 수위계 설치 후 측정값과 모의값 비교 분석

※서울시 전농동 빗물마을 드론 분석 과정 (자료: 도시물순환연구센터)

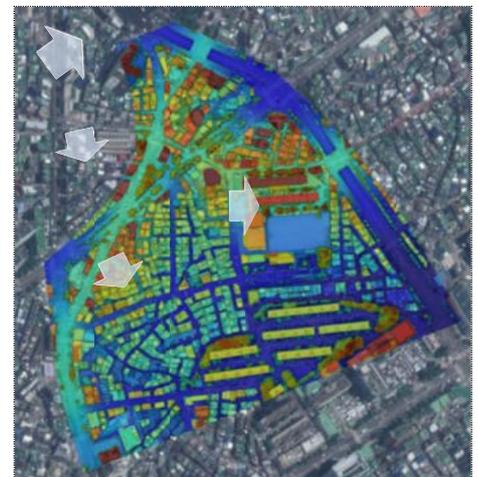
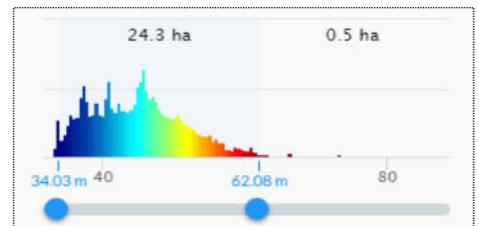


2. 물순환 시범마을 조성에서의 시민참여 방안

■ 효과검증 개선 방안

- 드론 영상 분석을 통해 유출수 흐름방향 분석 → 빗물관리 시설 적합지 분석 자료로 활용

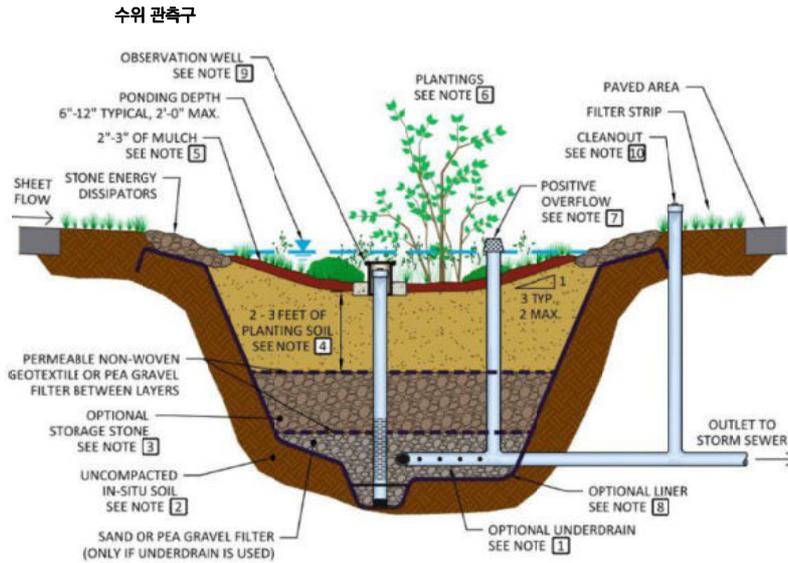
※2019 구로구 빗물마을 조사대상지 드론 분석 과정



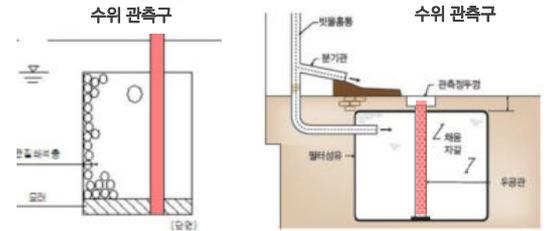
2. 물순환 시범마을 조성에서의 시민참여 방안

■ 효과검증 개선 방안

- 효과검증을 위한 모니터링 및 유지관리를 위해 마개가 있는 합성수지 유공관(직경 10cm 내외)을 사용

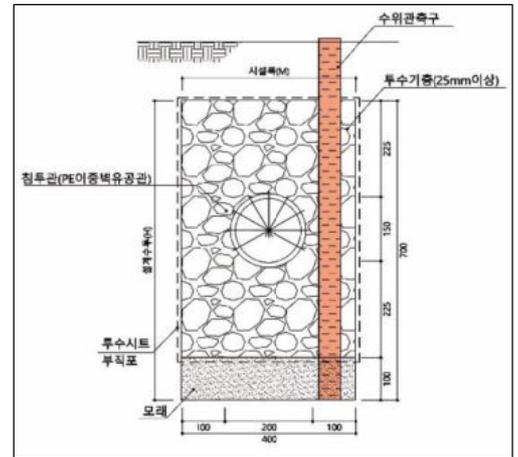


미국 필라델피아시(2017), Stormwater Retrofit Guidance Manual



행정안전부(2018), 우수유출저감시설의 종류·구조·설치 및 유지관리 기준

환경부(2014), 비점오염저감시설의 설치 및 관리·운영 매뉴얼



III. 물순환 시범마을의 유형과 조성 방안

3. 물순환 시범마을의 유형과 조성 방안

■ 선택과 집중, 유형화를 통해 시민체감형 정책으로 전환 필요

- 기존: 넓은 사업부지에 다양한 시설이 분산적으로 소량 적용, 매설형 위주의 침투시설
→ 시민 인지도 낮음, 수량/수질 관리 측면에서 효과 낮음
- 빗물관리 확충사업, 저영향개발 사전협약: 공공에 의한 기능 위주의 사업, 조례 상의 빗물 분담량을 만족시키는 사업
- 빗물마을: 주민 인지도가 높고, 주민 의견 수렴이 필요한 사업

■ 도시환경에 대한 인식의 변화 → 물순환 연계분야 확대



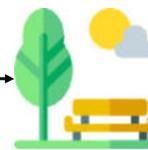
■ 선택과 집중을 위한 물순환 시범마을 유형화(예시)

유형 I: 기후변화 적응형



- ① 물순환형 도로(Blue Street): 도로 떠녹지의 물순환 기능
- ② 물순환형 지붕(Blue Roof): 건축물 옥상의 물순환 기능
:저류형 옥상녹화(Blue-Green Roof)
:저류형 쿨루프(Blue-Cool Roof)
※ 불투수면이 가장 많은 도로와 건축물을 집중적으로 시행하여, 실질적인 효과가 나타날 수 있도록 함

유형 II: 도시 재생형



- ③ 도시수경관 + 빗물을 이용한 실개천, 연못, 벽천 등
- ④ 휴게/더위쉼터 + 빗물침투 기능을 갖는 빗물정원
- ⑤ 도시농업 + 빗물이용 관수공급, 비점오염 저감을 위한 침투 시민 인지도가 높은 시설에 물순환 기능을 부여함

3. 물순환 시범마을의 유형과 조성 방안

■ 1) 물순환형 도로 (Blue Street)

- 기존 도로와 떠녹지:
- 도로 발생 유출수가 빗물받이로 유입
- 녹지대 토사 유입에 의한 빗물받이 막힘 → 침수대비 준설
- 가뭄 발생 → 수목 물주머니, 살수차 관수 필요



■ 녹지대 토사 유출 및 빗물받이 준설

■ 가뭄 시 수목 물주머니와 살수차 관수

3. 물순환 시범마을의 유형과 조성 방안

1) 물순환형 도로 (Blue Street)

- 미국, 독일 등에서 도로 유출수를 도로변 화단으로 유입시켜 비점오염 저감, 지하수 함양, 유출량 저감 및 도시경관 개선



■ 미국 워싱턴 DC
(자료: 2019년 2월 환경부와 5개 물순환 선도도시 해외사례 견학)



■ 미국 뉴욕시

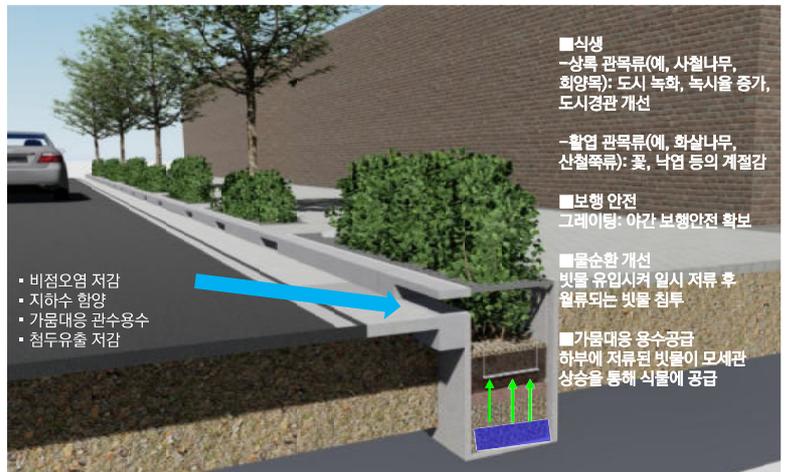
3. 물순환 시범마을의 유형과 조성 방안

1) 물순환형 도로 (Blue Street)

- 환경부 물순환 선도도시 사업 : 안동시 설치사례



- 물순환형 도로의 특징과 효과
- 서울과 같이 집약적으로 개발이 이루어진 도심에서 저영향개발 기법을 설치할 수 있는 공간이 한정된 곳에 적합
- 기존 띠녹지 정비 및 보수 또는 신규 설치 시 적용 가능
- 사업 성과 관리가 용이하고, 시민 인지도 높음



- 비점오염 저감
- 지하수 함양
- 가뭄대응 관수용수
- 침투유출 저감

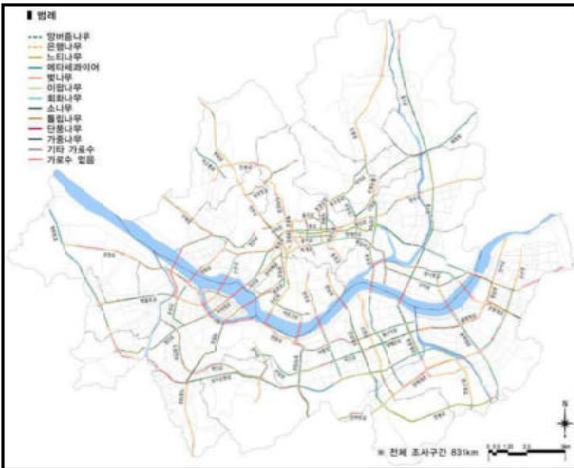
- 식생
 - 상록 관목류(예, 사철나무, 화양목): 도시 녹화, 녹시를 증가, 도시경관 개선
 - 활엽 관목류(예, 화살나무, 산철쭉류): 꽃, 낙엽 등의 계절감
- 보행 안전
 - 그레이팅: 야간 보행안전 확보
- 물순환 개선
 - 빗물 유입시켜 일시 저류 후 일류되는 빗물 침투
- 가뭄대응 용수공급
 - 하부에 저류된 빗물이 모세관 상승을 통해 식물에 공급

3. 물순환 시범마을의 유형과 조성 방안

1) 물순환형 도로 (Blue Street)

물순환형 도로의 적용 가능성

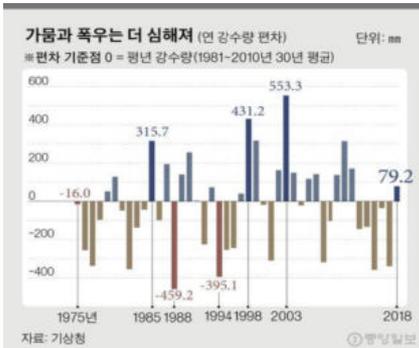
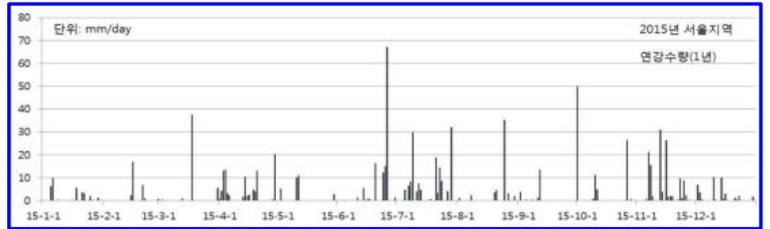
- ✓ 띠녹지 총연장: 369 km
- ✓ 가로수 총주수: 284,498 주



서울시 가로수 식재현황
(자료: 서울시(2015), 2030 서울시 공원녹지 기본계획)

물순환형 도로의 빗물이용 잠재력

- ✓ 편도 2차선 폭 6m, 길이 20m 구간의 면적(120m²)을 집수면으로 하여, 폭 1m 길이 20m 구간의 띠녹지(면적 20m²)가 빗물을 받게 되면, 6배의 집수효과



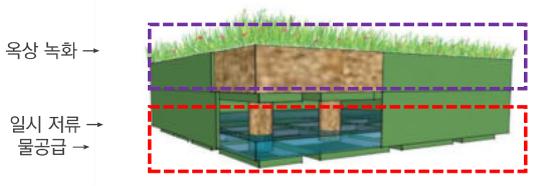
최근 20년 내의 강수량 분포에서 2015년 가장 작은 강수량(그림 좌)와 2015년의 서울시 강수량(823mm)의 일본포(그림 위)

가뭄해이지만, 주기적으로 소량의 비가 내렸으며, 강수량이 5mm만 되어도, 실제 식물에게는 30mm의 비가 내린 효과 → 가뭄대응 효과

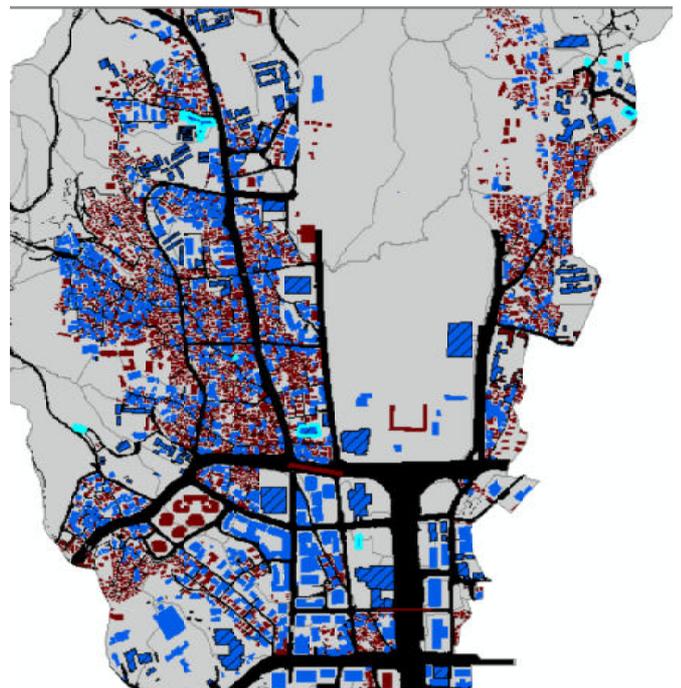
3. 물순환 시범마을의 유형과 조성 방안

2) 물순환형 지붕 (Blue Roof)

저류형 옥상녹화(Blue-Green Roof)



저류형 옥상녹화 시범설치 (충로구 청운중학교)



효자배수분구 내의 저류형 옥상녹화 설치가능 건축물(파란색)

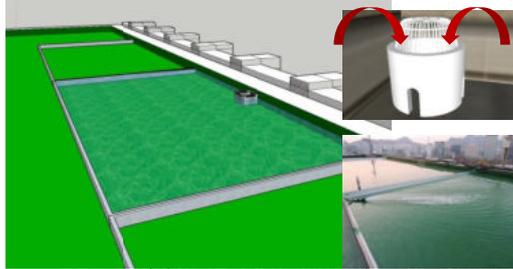
3. 물순환 시범마을의 유형과 조성 방안

2) 물순환형 지붕 (Blue Roof)

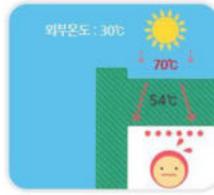
저류형 쿨루프(Blue-Cool Roof)



(자료: 노루페인트)

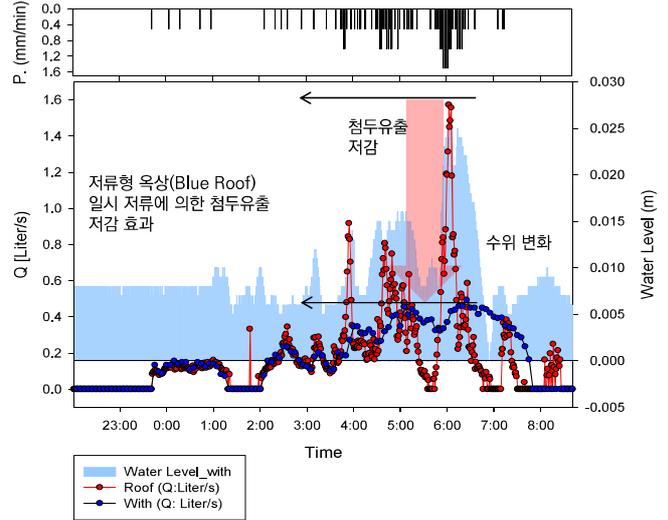


쿨루프 설치(상)와 저류형 옥상 시범설치 (하, 서울시청 별관 옥상)



쿨루프의 효과 이미지
(자료: norooenergy)

Measured Rainfall-Runoff of Blue Roof (2014-07-24/25)



3. 물순환 시범마을의 유형과 조성 방안

3) 도시수경관 + 빗물관리 + 빗물이용



집수면적: 48500m²
수표면적: 12,000 m²
평균 담수량: 12000 m³
일시저류 용량: 3000 m³
지하 저류조: 4500 m³
수질정화 비오톱: 1700 m²
가장 깊은 곳: 1.65 m
가장 얇은 곳: 0.27 m



침전에 의한 수질 정화



수질 정화 비오톱



수경관, 홍수 유출 저감

3. 물순환 시범마을의 유형과 조성 방안

3) 도시수경관 + 빗물관리 + 빗물이용

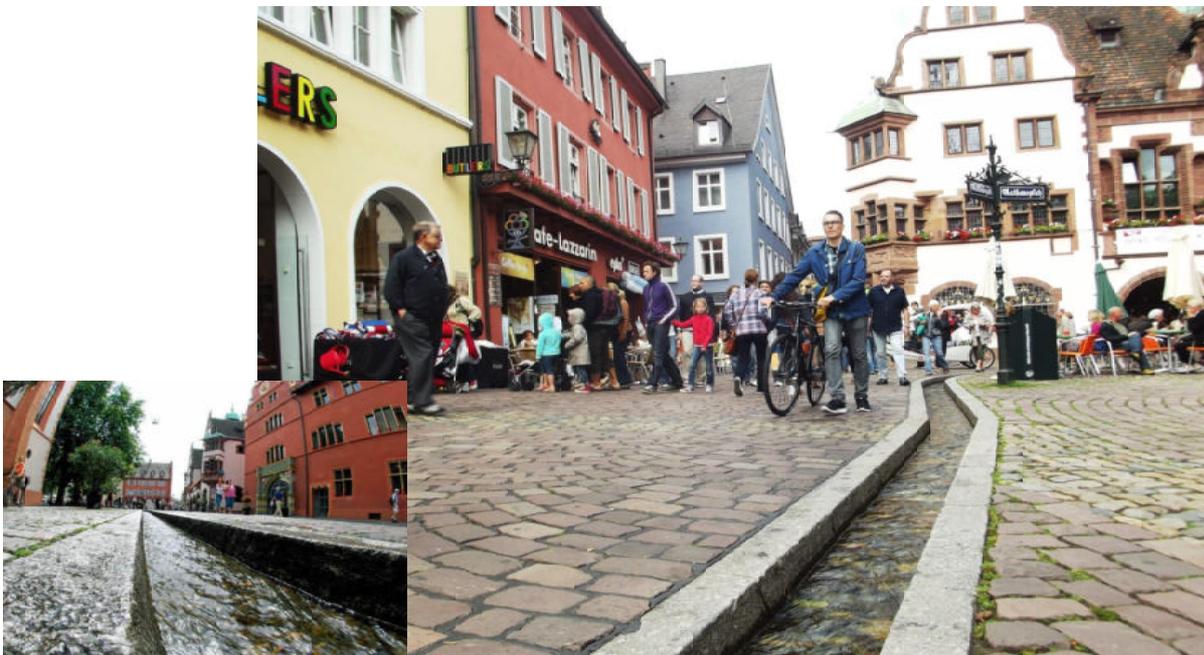
해외사례 : 독일 프라이부르크



3. 물순환 시범마을의 유형과 조성 방안

3) 도시수경관 + 빗물관리 + 빗물이용

해외사례 : 독일 프라이부르크



3. 물순환 시범마을의 유형과 조성 방안

4) 휴게/더위쉼터 + 빗물정원

- 휴게/더위쉼터의 역할을 하되, 주변 불투수면의 빗물을 침투시킬 수 있는 빗물정원 조성
- ✓ (국외 사례)미국 시애틀 시 12,000개의 빗물정원 사업, 캔자스 시 10,000개의 빗물정원, 호주 멜버른 시 10,000개의 빗물정원, 미국 메디슨 시 1,000개의 빗물정원, 미국 Rahway 강 유역 1,000개의 빗물정원, 미국 Rouge 강 유역 1,000개의 빗물정원

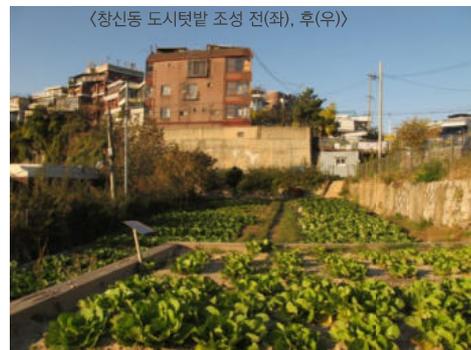


〈자료: 순천 한평정원 페스티벌 수상작〉

3. 물순환 시범마을의 유형과 조성 방안

5) 도시농업 + 빗물이용 관수

- 도시농업에 필요한 용수 공급을 위한 빗물이용
- 도시농업 과정에서 발생하는 비점오염 저감을 위한 빗물침투, 식생체류지 등의 조성



〈창신동 도시텃밭 조성 전(좌), 후(우)〉

〈일반 가정용〉



〈공동주택, 상업·업무시설용〉



〈이동식 설치용〉



IV. 물순환 시설 유지관리 항목

4. 물순환 시설 유지관리 항목

■ 물순환 시설의 유지관리 항목과 주기

유지관리 항목	유지관리 내용	적용가능 여부	실시 주기	
시설물 일반관리	쓰레기, 협잡물, 낙엽 등	물순환 시설에 쌓인 쓰레기, 협잡물, 낙엽 등을 청소하여 발생량 측정	대상지가 상시 관리되지 않을 시 적용	3-4주
	토사유입	시설로 유입된 토양을 수거하여 발생량 측정	대상지 주변에 토사유출 가능성이 있을 시 적용	3-4주
	시설파손, 침하발생	파손 및 침하된 시설 개수 및 파손 내역 확인	상시 적용	3-4주
투수성능	투수포장	투수블록 및 기타 투수포장 시설 현장 투수능 평가	대상지에 투수블록이 설치되어 있을 경우 적용	4회/년
	식생형	식물생육 지형의 현장 투수능 평가	대상지에 식생형 시설이 설치되어 있을 경우 적용	2회/년
	침투형	침투시설의 현장 투수능 평가	대상지에 침투형 시설이 설치되어 있을 경우 적용	2회/년
식생조사	식생 (외래종, 이입종 등)	식물재배시설의 식물 종류를 현장평가	식물생육시설이 설치되어 있을 경우 적용	2회/년 (봄, 가을)
	병해충 조사	식물의 건강상태 확인	식물생육시설이 설치되어 있을 경우 적용	2회/년 (봄, 가을)
	식물생육	물순환 시설의 식물생육 적합도 평가	식물생육시설이 설치되어 있을 경우 적용	2회/년 (봄, 가을)
토양조사	토성	물순환 시설 토양의 성분 평가	빗물 유입에 의한 토성변화 가능지	1회/년
	중금속 함량 (납, 카드뮴)	물순환 시설 토양의 중금속 정성, 정량적 평가	빗물 유입에 의한 중금속 침적 가능지	1회/년
	제설제 영향 (pH, Ec, Ca2+, Na+, Cl-)	물순환 시설로 유입되는 제설제의 농도 평가	빗물 유입에 의한 제설제 유입 가능지	1회/년 (강설전, 후)
유입수 수질조사	BOD, TN, TP, SS, 납, 구리	강우 시 물순환 시설로 유입되는 빗물의 수질 평가	강우 유출수가 물순환 시설에 직접적으로 유입되거나 재이용을 목적으로 장기간 저류되는 시설에 적용	1회/년
저류조 빗물수질조사	BOD, SS, 탁도, 대장균	빗물이용시설, 빗물저금통	빗물저금통	3-4주

시설물 일반관리



투수 성능



식생 조사



토양 조사



유입수 수질조사



4. 물순환 시설 유지관리 항목

■ 시설물 일반관리

유지관리 항목	유지관리 내용	적용가능 여부	실시 주기
시설물 일반관리	쓰레기, 협잡물, 낙엽 등	물순환 시설에 쌓인 쓰레기, 협잡물, 낙엽 등을 청소하여 발생량 측정	대상지가 상시 관리되지 않을 시 적용
	토사유입	시설로 유입된 토양을 수거하여 발생량 측정	대상지 주변에 토사유출 가능성이 있을시 적용
	시설파손, 침하발생	파손 및 침하된 시설 개수 및 파손 내역 확인	상시 적용

대상지의 시설에 쓰레기, 협잡물, 낙엽등을 관리

쓰레기, 협잡물, 낙엽 등 청소

<동대문구 제기동 빗물정원>

<동작구 신대방동 띠녹지>



날짜	협잡물 무게 (g)	면적(㎡)	토사유입	시설파손	침하	비고
21.12.15	48g	54㎡	X	X	X	-
22.02.16	0g	54㎡	X	X	X	-
22.03.24	5g	54㎡	X	X	X	-
22.04.20	48g	54㎡	X	X	X	-
22.06.21	29g	54㎡	X	X	X	-
22.07.20	26g	54㎡	X	X	X	-
22.08.19	8g	54㎡	X	X	X	-
22.09.20	14g	54㎡	X	X	X	-
22.10.20	6g	54㎡	X	X	X	-
22.11.18	7g	54㎡	X	X	X	-
22.12.21	0g	54㎡	X	X	X	-
23.02.22	19g	54㎡	X	X	X	-
23.03.22	24g	54㎡	X	X	X	-
평균	18g	54㎡	X	X	X	-

날짜	협잡물 무게(g)	면적(㎡)	토사유입	시설파손	침하	비고
22.01.18	14g	660㎡	X	X	X	-
22.02.15	5g	660㎡	X	X	X	-
22.03.23	9g	660㎡	X	X	X	-
22.04.19	4g	660㎡	X	X	X	-
22.06.20	7g	660㎡	X	X	X	-
22.07.19	7g	660㎡	X	X	X	-
22.08.18	24g	660㎡	X	X	X	-
22.09.19	10g	660㎡	X	X	X	-
22.10.19	19g	660㎡	X	X	X	-
22.11.17	119g	660㎡	X	X	X	-
22.12.20	8g	660㎡	X	X	X	-
23.02.21	19g	660㎡	X	X	X	-
23.03.21	3g	660㎡	X	X	X	-
평균	26g	660㎡	X	X	X	-

37

4. 물순환 시설 유지관리 항목

■ 시설물 일반관리

유지관리 항목	유지관리 내용	적용가능 여부	실시 주기
시설물 일반관리	쓰레기, 협잡물, 낙엽 등	물순환 시설에 쌓인 쓰레기, 협잡물, 낙엽 등을 청소하여 발생량 측정	대상지가 상시 관리되지 않을 시 적용
	토사유입	시설로 유입된 토양을 수거하여 발생량 측정	대상지 주변에 토사유출 가능성이 있을시 적용
	시설파손, 침하발생	파손 및 침하된 시설 개수 및 파손 내역 확인	상시 적용

<마포구 빗물관리시설 확충사업>

<성북구 빗물관리시설 확충사업>



- 띠녹지 보호판이 있는 시설은 띠녹지 보호판을 열고 내부를 청소해주는 것이 빗물의 저장량을 늘릴 수 있음

- 도로를 집수면으로 가지는 빗물정원은 유입구의 협잡물들을 관리하여 빗물이 유입이 원활하게 될 수 있도록 함

<종로구 빗물마을 틈새블록>

<노원구 빗물관리시설 확충사업>



- 토양 침하로 인한 틈새블록 손상으로 많은 양의 비가 왔을시에 LID시설에 대해 전체적으로 확인을 해야함

- 강우시 띠녹지로 부터 투수블록으로 토사들이 유입, 토사의 유입은 투수블록 성능 저하와 밀접한 관련

38

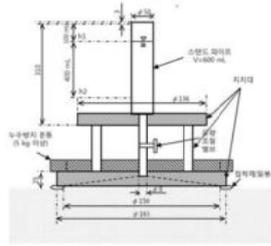
4. 물순환 시설 유지관리 항목

물순환 시설의 투수성능시험평가 방법

- 투수블록의 투수성능을 평가하기 위해서 **국내에서 시행되는 방법**

1) 투수성 포장체의 현장투수시험방법(KSF 2394: 국가표준기술원)

- > 연속공극을 갖는 배투수성을 목적으로 하는 포장구조체에 대하여 적용하며 현장에서의 투수 성능을 평가하기 위한 투수량을 구하는 시험방법
- > 신설 투수배수성 포장구조체의 품질관리 및 공용 중인 투수배수성 포장체의 투수량을 측정하고 공극막힘 정도 평가



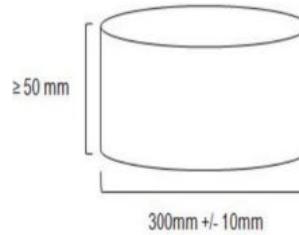
▶ KSF2394



2) 투수포장의 현장 침투능 시험방법

(ASTM C1701: 서울특별시 투수블록포장설계, 시공 및 유지관리 기준)

- > 투수배수성 포장에 대하여 시험방법을 적용하며 투수배수성 포장의 현장 침투능 성능 측정을 위해 사용하는 시험방법
- > 투수 포장의 투수율 감소를 파악하여 개선의 필요성이 있는지를 확인



▶ ASTM C1701



4. 물순환 시설 유지관리 항목

1) 투수성 포장체의 현장투수시험방법(KSF 2394: 국가표준기술원)

서울시 투수블록포장 설계, 시공 및 유지관리 기준

- 포장 노면의 먼지 등을 제거한 다음, 현장 투수 시험기를 포장 표면에 설치.
- 이 때 저판의 고무판에 미리 **유성 점토를 부착**하여 노면과의 접촉면으로부터의 누수를 방지한다.
- 시험기를 노면에 압착시키고, 접착 부분으로부터 누수가 없도록 한 후, 저판 위에 분동을 올려놓는다.
- 접착제로 이용되는 **점토량이 많으면 점토가 안쪽 부분으로 불거져 나와**, 투수 면적을 작게 할 염려가 있으므로 주의 한다.
- 유량 조절 밸브를 닫은 후 시험수를 스탠드 파이프에 주입한다.
- 밸브를 한번에 열고, 주입된 시험수가 h'(초기 100ml 위치)에서 h²(400ml 내려간 위치)까지 내려가는 경과 시간(초)을 초시계로 측정한다.
* 3회 반복

구분	1등급	2등급	3등급	4등급	5등급	비고
투수계수 (mm/sec)	1.0 이상	0.5 이상 1.0 미만	0.1 이상 0.5 미만	0.05 이상 0.1 미만	0.05 미만	-
초	3.8초 이하	7.6초 이하	38초 이하	76초 이하	77초 이상	-

• 투수계수(K_p)(cm/s)

$$K_p = 2.303 \frac{L \times a}{A(t_2 - t_1)} \log_{10} \frac{h_1}{h_2}$$

여기서, K_p: 투수계수(cm/s)

L: 실험체 길이(cm)

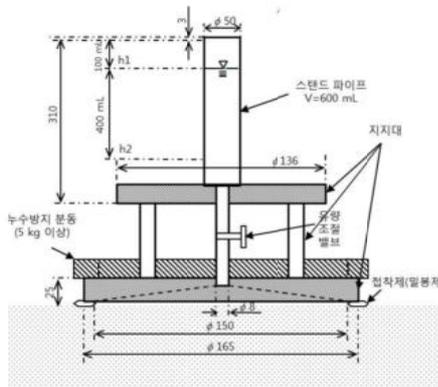
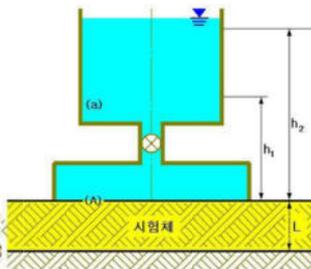
a: 용기 단면적(cm²)

A: 투수 단면적(cm²)

t₂-t₁: 투수시간(s)

h₁: 시험개시 수위(mm)

h₂: 시험종료 수위(mm)



* 현장 투수 시험 초기시 건조한 상태인 경우 살수를 하여 영향 최소화

4. 물순환 시설 유지관리 항목

■ 시설물 일반관리

유지관리 항목	유지관리 내용	적용가능 여부	실시 주기	
투수 성능	투수포장	투수블록 및 기타 투수포장 시설 현장 투수능 평가	대상에 투수블록이 설치되어 있을 경우 적용	4회/년
	식생형	식물생육 지형의 현장 투수능 평가	대상에 식생형 시설이 설치되어 있을 경우 적용	2회/년
	침투형	침투시설의 현장 투수능 평가	대상에 침투형 시설이 설치되어 있을 경우 적용	2회/년

〈성북구 빗물관리시설 확충사업〉



01 띠녹지

투수계수 (mm/sec)	시험 날짜	1차	2차	3차	평균	등급
01	2022.03.24	0.104	0.117	0.111	0.11	3등급
	2022.06.21	0.206	0.134	0.149	0.16	3등급
	2022.09.20	0.035	0.037	0.036	0.04	5등급
	2022.03.22	0.017	0.016	0.017	0.02	5등급

01 아파트 옆

투수계수 (mm/sec)	시험 날짜	1차	2차	3차	평균	등급
01	2022.07.20	0.203	0.176	0.196	0.19	3등급
	2022.09.20	0.027	0.028	0.028	0.03	5등급
	2022.03.22	0.017	0.016	0.017	0.02	5등급

02 중앙

투수계수 (mm/sec)	시험 날짜	1차	2차	3차	평균	등급
02	2022.03.24	0.051	0.053	0.052	0.05	4등급
	2022.06.21	0.089	0.079	0.087	0.08	4등급
	2022.09.20	0.089	0.088	0.074	0.08	4등급
	2022.03.22	0.018	0.019	0.016	0.02	5등급

02 중앙

투수계수 (mm/sec)	시험 날짜	1차	2차	3차	평균	등급
02	2022.07.20	0.134	0.148	0.153	0.14	4등급
	2022.09.20	0.359	0.259	0.154	0.23	3등급
	2022.03.22	0.020	0.019	0.020	0.02	5등급

〈노원구 빗물관리시설 확충사업〉



03 벽면

투수계수 (mm/sec)	시험 날짜	1차	2차	3차	평균	등급
03	2022.03.24	0.107	0.109	0.120	0.11	3등급
	2022.06.21	0.102	0.117	0.121	0.11	3등급
	2022.09.20	0.087	0.083	0.077	0.08	4등급
	2022.03.22	0.030	0.032	0.029	0.03	5등급

03 띠녹지

투수계수 (mm/sec)	시험 날짜	1차	2차	3차	평균	등급
03	2022.07.20	0.117	0.123	0.113	0.12	3등급
	2022.09.20	0.028	0.033	0.035	0.03	5등급
	2022.03.22	0.019	0.020	0.020	0.02	5등급

- 투수포장은 약 3개월(계절)마다 성능을 측정해 주어 교체 및 청소를 진행, 투수성 포장은 주위의 녹지대로 부터 토사가 유입되는 것을 방지하는 것이 투수능을 오래 지속하는 방법임

4. 물순환 시설 유지관리 항목

■ 시설물 일반관리

유지관리 항목	유지관리 내용	적용가능 여부	실시 주기	
투수 성능	투수포장	투수블록 및 기타 투수포장 시설 현장 투수능 평가	대상에 투수블록이 설치되어 있을 경우 적용	4회/년
	식생형	식물생육 지형의 현장 투수능 평가	대상에 식생형 시설이 설치되어 있을 경우 적용	2회/년
	침투형	침투시설의 현장 투수능 평가	대상에 침투형 시설이 설치되어 있을 경우 적용	2회/년

식생형 시설들의 토양 상부의 투수능은 대상지 내 빗물정원 토양을 선정하여 mini Disk Infiltrometer을 이용하여 산정. Volume(mL)의 높이를 30초씩 측정하여 총 300초 동안 측정된 후 침투계수를 산정하여 결과 확인.

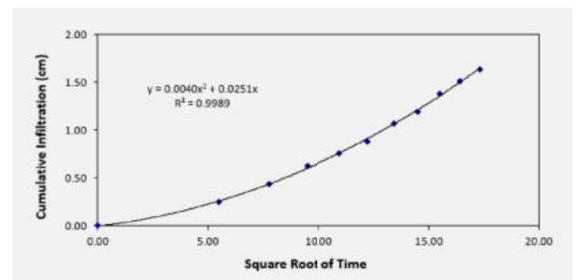
〈흙의 입경에 따른 투수계수의 범위〉



대상지의 토성은 양질사토로 모래와 실트가 섞인 것으로 투수의 계수가 10^{-4} 이상이면 양호한 것으로 판단 측정결과 1.6×10^{-3} 으로 투수가 양호한 것으로 판단 (대상지의 토성은 토성분석을 통해 알 수 있음)

	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	1	10
난투수성 토사, 점토	가는 모래, 실트, 모래와 실트의 혼합사			깨끗한 모래, 석인 모래			깨끗한 자갈				

*단위 : cm/s



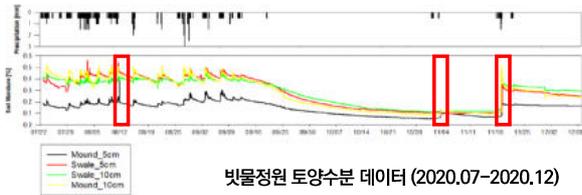
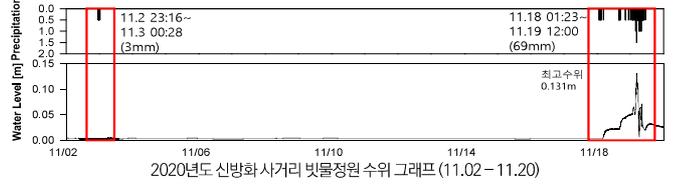
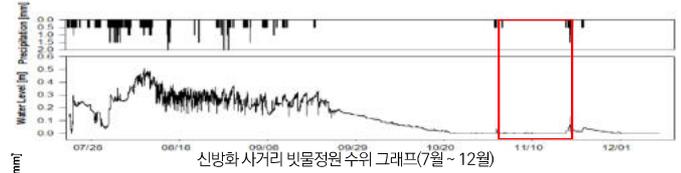
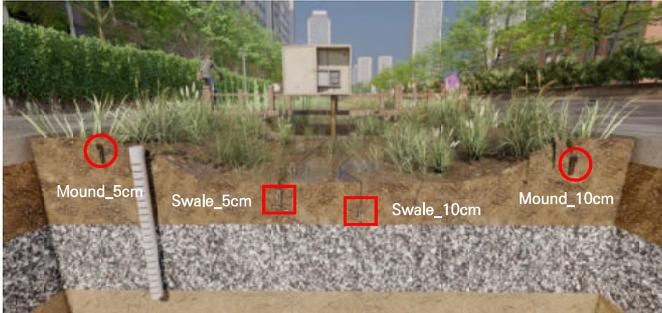
4. 물순환 시설 유지관리 항목

■ 시설물 일반관리

유지관리 항목	유지관리 내용	적용가능 여부	실시 주기	
투수성능	투수포장	투수블록 및 기타 투수포장 시설 현장 투수능 평가	대상지에 투수블록이 설치되어 있을 경우 적용	4회/년
	식생형	식물생육 시험의 현장 투수능 평가	대상지에 식생형 시설이 설치되어 있을 경우 적용	2회/년
	침투형	침투시설의 현장 투수능 평가	대상지에 침투형 시설이 설치되어 있을 경우 적용	2회/년

식생형 시설들의 토양 하부 투수능은 관측구를 설치하여 수위계를 통한 수위의 변화로 성능평가 가능하고 또한, 토양수분계를 이용하여 토양수분율로 유효수분율을 통한 식물의 관수 시기 확인

〈신방화 사거리 확충사업 빗물정원〉

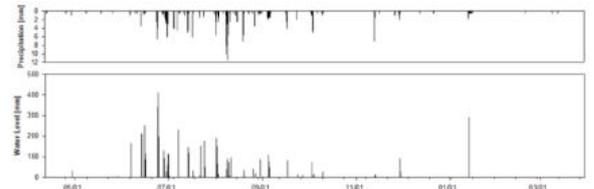


4. 물순환 시설 유지관리 항목

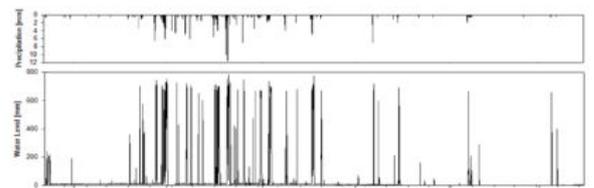
■ 시설물 일반관리

유지관리 항목	유지관리 내용	적용가능 여부	실시 주기	
투수성능	투수포장	투수블록 및 기타 투수포장 시설 현장 투수능 평가	대상지에 투수블록이 설치되어 있을 경우 적용	4회/년
	식생형	식물생육 시험의 현장 투수능 평가	대상지에 식생형 시설이 설치되어 있을 경우 적용	2회/년
	침투형	침투시설의 현장 투수능 평가	대상지에 침투형 시설이 설치되어 있을 경우 적용	2회/년

성북구 빗물받이 내부 수위 그래프(2022년4월 ~ 2023년3월)



성북구 빗물받이 외부 수위 그래프(2022년4월 ~ 2023년3월)



침투형 시설의 경우 시공시 관측구를 설치하여 관측구에 수위계를 설치하는 방법을 이용한 수위의 변화를 통하여 침투시설의 성능확인 가능
왼쪽의 그래프를 보면 빗물받이 외부의 수위가 더 높게 나타나는 것으로 보아 시설은 정상 작동중인것으로 판단됨

4. 물순환 시설 유지관리 항목

■ 시설물 일반관리

유지관리 항목	유지관리 내용	적용가능 여부	실시 주기	
식생 조사	식생 (외래종, 이입종 등)	식물재배시설의 식물 종류를 현장평가	식물생육시설이 설치되어 있을 경우 적용	2회/년 (봄, 가을)
	병해충 조사	식물의 건강상태 확인	식물생육시설이 설치되어 있을 경우 적용	2회/년 (봄, 가을)
	식물생육	물순환 시설의 식물생육 적합도 평가	식물생육시설이 설치되어 있을 경우 적용	2회/년 (봄, 가을)



〈평화의공원 빗물정원 귀화 식물〉

국명	학명	비고
흰명아주	<i>Chenopodium album</i> L.	
등근잎유홍초	<i>Quamodit coccinea</i> Moench	
비짜루국화	<i>Aster subulatus</i> Michx.	
주홍서나물	<i>Crassocephalum crepidioides</i> (Benth.) S.Moore	
개망초	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	
털별꽃이재비	<i>Galinsoga ciliata</i> (Raf.) S.F.Blake	
개쐨갓	<i>Senecio vulgaris</i> L.	
방기치종	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	
서양민들레	<i>Taraxacum officinale</i> Weber	



봄과 가을 현장조사를 통하여 식생형 시설의 식물 종류 및 병해충 생육 상태를 조사하여 유지관리

〈평화의공원 빗물정원 식재종 생육상태〉

수종명	학명	생육상태 (양호, 불량, 고사)	비고
향나무	<i>Celtis sinensis</i> Pers.	양호	
신나무	<i>Cornus kousa</i> F. Buerger ex Miquel	불량	
꿀배나무	<i>Sorbus alnifolia</i> (Siebold & Zucc.) K. Koch	불량	
신주목	<i>Taxus cuspidata</i> Siebold & Zucc.	양호	
붉은소나무	<i>Pinus densiflora</i> f. <i>multicaulis</i> Uyeki	양호	
곰세어장	<i>Euonymus japonicus</i> Thunb.	양호	
꽃영감	<i>Abelia mosanensis</i> T.H.Chung ex Nakai	양호	
남천	<i>Nandina domestica</i> Thunb.	양호	
목수국(라일라이트)	<i>Hydrangea macrophylla</i> (Thunb.) Ser.	양호	
붓꽃	<i>Iris sanguinea</i> Donn ex Horn	양호	
붓꽃(아이리스)	<i>Iris sanguinea</i> Donn ex Horn	양호	
옥잠화(불루문)	<i>Hosta plantaginea</i> (Lam.) Asch.	양호	
노랑속근코스모스	<i>Cosmos sulphureus</i> Cav.	고사	
앵초	<i>Primula sieboldii</i> E.Morren	고사	
꽃창포	<i>Iris ensata</i> var. <i>spontanea</i> (Makino) Nakai	양호	
산철쭉	<i>Rhododendron yedoense</i> f. <i>poukhanense</i> (H.Lev.) M.Sugim. ex T.Yamaz.	양호	
삼색조팝	<i>Spiraea prunifolia</i> f. <i>simpliciflora</i> Nakai	양호	
흰말채나무	<i>Cornus alba</i> L.	불량	
길대	<i>Phragmites communis</i> Trin.	양호	
속새	<i>Equisetum hyemale</i> L.	양호	
노랑꽃창포	<i>Iris pseudacorus</i> L.	양호	
물억새	<i>Miscanthus sacchariflorus</i> (Maxim.) Benth.	양호	
부들	<i>Typha orientalis</i> C.Presl	양호	
부처꽃	<i>Lythrum ancipes</i> (Koehne) Makino	양호	
옥잠화(키위스타미어티)	<i>Hosta plantaginea</i> (Lam.) Asch.	양호	
원관죽	<i>Phalaris arundinacea</i> L.	양호	
백문동	<i>Liriope platyphylla</i> F.T.Wang & T.Tang	양호	
창경이택사	<i>Alisma orientale</i> (Sam.) Juz.	고사	
당수영문	<i>Sipa mongolica</i> Turcz. ex (Trin.)	고사	
털부처꽃	<i>Lythrum salicaria</i> L. 털부처꽃	양호	

4. 물순환 시설 유지관리 항목

■ 시설물 일반관리

유지관리 항목	유지관리 내용	적용가능 여부	실시 주기	
토양 조사	토성	물순환 시설 토양의 성분 평가	빗물 유입에 의한 토성변화 가능지	1회/년
	중금속 함양 (납, 카드뮴)	물순환 시설 토양의 중금속 정성, 정량적 평가	빗물 유입에 의한 중금속 집적 가능지	1회/년
	제설제 영향 (pH, Ec, Ca ²⁺ , Na ⁺ , Cl ⁻)	물순환 시설로 유입되는 제설제의 농도 평가	빗물 유입에 의한 제설제 유입 가능지	1회/년 (강설전후)

〈성동구 빗물관리시설 확충사업 띠늪지〉



빗물 유입이 계속하여 이루어 지는 식생형 시설에 대해 토성분석

〈평화의 공원 빗물정원〉



시료명	시료 채취 일	Sand	Silt	Clay	토성
SO4	2021.05.25	83.75	7.00	9.25	양질사토
SO13	2021.05.26	84.75	7.25	8.00	양질사토

토양의 화학적 특성 평가항목과 평가기준

항목	단위	평가등급			
		상급	중급	하급	불량
토양산도 (pH)	-	6.0~6.5	5.5~6.0 6.5~7.0	4.5~5.5 7.0~8.0	4.5미만 8.0이상
전기전도도 (E.C)	dS/m	0.2미만	0.2~1.0	1.0~1.5	1.5이상
유기물함량 (O.M)	%	5.0이상	5.0~3.0	3.0미만	-
염기치환용량 (C.E.C)	cmol/kg	20이상	20미만~6 이상	6미만	-

조경설계기준 시방서



검사 항목	LID 녹지시설 영향
pH(1:5w/w)	pH가 낮아지면 산성토양이 되어 식물생육에 방해가 됨 토양 내 알루미늄이 용탈되어 뿌리성장 방해
Ec (전기전도도, dS/m)	5dS/m 이상일 경우 염류토양으로 간주 염류토양에 의한 식물에 직접적인 피해 심투입에 의한 수분이용효율 저하
유기물 (%)	식물에 대한 무기양분 공급원 미량원소와 질레이트 화합물을 만들어 양분의 유효도 증가 생리활성물질 존재로 식물의 생육촉진 토양의 양이온 교환용량을 높임
CEC (cmol+/kg)	토양고질물의 음전하의 수를 측정하여 수치화한것 CEC가 높다는 것은 토양고질물과 영양성분이 많이 있어 풍족한 토양

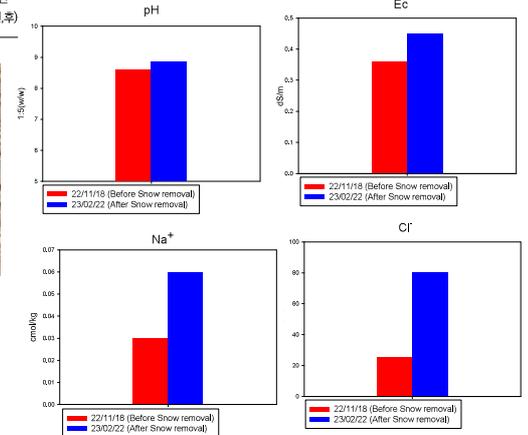
토성 및 토양의 화학적 특성은 식물 생육이 양호하게 하기 위해 1년에 1번 정도 실시하는 것이 바람직함
화학적 특성을 통하여 식물 생육이 양호한 토양으로 관리할 수 있음

4. 물순환 시설 유지관리 항목

■ 시설물 일반관리

유지관리 항목	유지관리 내용	적용가능 여부	실시 주기
토성	물순환 시설 토양의 성분 평가	빗물 유입에 의한 토성변화 가능지	1회/년
토양조사 중금속 함량 (납, 카드뮴)	물순환 시설 토양의 중금속 조성, 정량적 평가	빗물 유입에 의한 중금속 집적 가능지	1회/년
제설제 영향 (pH, Ec, Ca ²⁺ , Na ⁺ , Cl ⁻)	물순환 시설로 유입되는 제설제의 농도 평가	빗물 유입에 의한 제설제 유입 가능지	1회/년 (강설전,후)

시간	Ph (1:5w/w)	Ec (dS/m)	치환성 양이온 (cmol+/kg)		염소(mg/kg)
			Ca ²⁺	Na ⁺	
22.11.18	8.58	0.36	6.41	0.03	25.65
23.02.22	8.85	0.45	4.45	0.06	80.00



검사 항목	LID 녹지사설 영향
pH(1:5w/w)	pH5.2~7.5사이가 양호, 낮아지면 산성토양이 되어 식물생육에 방해가 됨 토양 내 알루미늄이 용탈되어 뿌리성장 방해
Ec (전기전도도, dS/m)	5dS/m 이상일 경우 염류토양으로 간주 0.4dS/m 미만일 경우 식물생육에 적합 염류토양에 의한 식물에 직접적인 피해 삼투압에 의한 수분이용효율 저하
치환성 양이온 (Ca ²⁺ , Na ⁺ , cmol+/kg)	제설제의 토양 침투 강도를 확인 Na ⁺ 이온의 증가는 토양의 투수성 저하 야기 (0.10~0.50cmol+/kg 사이 양호) Ca ²⁺ 이온의 과량 축적 시 철의 흡수를 방해하여 잎의 황화현상 (2.50~5.00cmol+/kg 사이 양호)
염소(mg/kg)	50~200mg/kg 사이 양호 식물생육에 필수적인 세포분열과 세포확장을 억제함

제설제 유입이 가능한 곳인지를 판단하여 제설제의 농도를 평가
제설제와 관련된 검사 항목들의 수치가 제설제 이후 상승하는 것을
볼 수 있음
기준치보다 너무 많이 상승하였다면 식물의 생육상태를 관찰 및
여름청 용탈이 끝난 뒤에 토양 성분 재검사 실시

4. 물순환 시설 유지관리 항목

■ 시설물 일반관리

유지관리 항목	유지관리 내용	적용가능 여부	실시 주기	
유입수 수질조사	BOD, TN, TP, SS, 납, 구리	강우 시 물순환 시설로 유입되는 빗물의 수질 평가	강우 유출수가 물순환 시설에 직접적으로 유입되거나 제이용을 목적으로 장기간 저류되는 시설에 적용	1회/년
저류조 빗물수질 조사	BOD, SS, 탁도, 대장균	빗물이용시설, 빗물저금통	빗물저금통	3~4주

<성북구 빗물관리시설 확충사업 빗물정원>



강우시 물순환시설로 유입되는 빗물의 수질조사는
직접적유입되어 식생 생육에 문제가 있을것 같은
경우 실시
현재 우리나라에서 물재이용과 관련된 수질기준은
환경부수도법의 중수도 수질기준과 하수처리수
재이용 수질 권고기준이 있음. 이중 중수도
수질기준을 선택하여 기준으로 함
환경부 빗물이용시설 설치 관리 가이드북의 중수도
수질기준으로 4가지 항목을 적용

<서울식물원 저류조>

중수도 수질기준 (조경용 수)	수소이온 농도 (pH)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	총대장균군
	5.8-8.5	10mg/L를 넘지 아니할것	20mg/L를 넘지 아니할것	검출되지 아니할 것



시료 채취일	시료명	BOD (mg/L)	T-P (mg/L)	T-N (mg/L)	구리 (mg/L)	납 (mg/L)
22.06.23	SB-중금속	2.8	0.124	4.9	불검출	불검출

시료 채취일	시료명	수소이온 농도 (pH)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	총대장균군
21.09.07	SS-1	7.2	0.7	1.2	8
21.10.13	SS-2	6.7	0.9	6.4	5
21.11.16	SS-3	7.2	1.1	2.0	11
21.12.23	SS-4	7.2	0.7	2.4	2
22.02.22	SS-5	7.8	4.4	2.2	-
22.03.23	SS-6	7.2	4.8	4.6	불검출
22.04.19	SS-7	6.9	6.0	2.0	불검출
22.06.22	SS-8	7.0	2.1	2.4	-
22.07.21	SS-9	6.7	1.8	1.8	-
22.08.19	SS-10	5.9	0.2	1.8	불검출
22.09.21	SS-11	7.8	2.3	1.3	-
22.10.21	SS-12	7.0	0.9	1.6	30
22.11.17	SS-13	6.8	0.9	3.9	3
22.12.20	SS-14	7.1	1.5	4.3	불검출
23.02.23	SS-15	7.2	1.1	1.2	-
23.03.23	SS-16	7.2	1.5	2.7	-

4. 물순환 시설 유지관리 항목

시설종류	점검내용과방법	주의사항
침투받이	<p>청소는 인력으로 실시하는 방법과 흡인차 등을 이용하는 방법이 있다. 내부에 퇴적된 토사 등이 묻혀 있는 상태일 경우, 고압세정기로 교반하여 흡인하면 효과적이다.</p> <p>폐색방지장치가 설치되어 있는 경우는 청소작업을 비교적 쉽게 실시.</p> <p>대폭적인 기능 저하가 인정된 경우에는 아래 방법으로 기능회복 가) 쇄석의 표면을 흡인 세정한다. 나) 쇄석부분을 파내어 세정한다. 다) 쇄석 주위를 일궈, 쇄석의 충전범위를 넓힌다.</p>	<p>·토사 등을 제거하기 어려운 경우는 고압 세정기를 병용하면 효과적이지만, 분사압으로 흡입자를 침투면에 밀어 보내거나 침투능력을 저감시키는 경우가 있으므로 주의를 필요</p> <p>세정배수가 시설내로 역류하지 않도록 주의를 필요</p>
침투트렌치	<p>-접속하는 받이와 관입구 필터의 청소를 중점적으로 실시. 관입구 필터의 청소는 인력으로 실시하고 트렌치의 청소는 고압세정기 등을 이용하여 실시</p>	<p>-트렌치 내의 청소로 고압세정기를 사용하는 경우는 분사압으로 흡입자를 침투면에 밀어보내거나 침투능력을 저감시키는 경우가 있으므로 주의를 필요로 한다.</p>
침투측구	<p>-청소는 인력으로 실시하는 방법과 흡인 세정차 등을 이용하는 방법이 있다.</p>	<p>-토사를 제거하기 어려운 경우는 고압세정기를 사용하면 효과적이지만 분사압으로 흡입자를 침투면에 밀어 보내거나 침투능력을 저감시키는 경우가 있으므로 주의를 필요로 한다.</p>
투수성포장	<p>-투수성 포장의 표층재의 공극에 묻쳐있는 흡입자 등을 제거하기 위해 아래 방법으로 실시한다. 가) 전용 고압세정기를 사용하는 방법 나) 살수 후 브러싱을 실시하는 방법 다) 압축공기를 불어넣는 방법</p>	<p>-세정 배수 중에는 많은 토사가 함유되어 있으므로, 주변의 배수받이 등에 직접 유입되지 않도록 주의를 필요로 한다.</p>
도로침투받이	<p>-침투받이 본체뿐만 아니라 상부 필터, 저부 필터, 관입구 필터, 연결필터(Peak cut 방식일 경우) 등을 대상으로 청소 또는 교환 -Peak cut 방식의 침투트렌치 부분은 물 공급하면서 흡인세정을 실시한다.</p>	<p>-Peak cut 방식의 연결 필터는 구조가 복잡하기 때문에 청소에 있어서는 부품 결여 등에 충분히 주의할 것(그림 1-28 참조).</p>

전체적 침투시설 점검표

점검연월일	년 월 일	점검자성명	책임자인
점검장소	응급조치		유무
총괄점검평가	긴급처리를 필요로 한다.	경과관찰을 필요로 한다.	이상없음
종류	점검결과		
침투받이	외관	무경이 어긋남, 파손, 주변 함몰, 넘침, 기타()	
	내부	이물질, 낙엽, 토사(퇴적높이cm), 기타() 폐색방지장치 탈락, 분실, 파손, 폐색	
침투트렌치	외관	무경이 어긋남, 파손, 주변 함몰, 넘침, 기타()	
	내부	이물질, 낙엽, 토사(퇴적높이cm), 기타() 폐색방지장치 탈락, 분실, 파손, 폐색	
침투측구	외관	무경이 어긋남, 파손, 주변 함몰, 넘침, 기타()	
	내부	이물질, 낙엽, 토사(퇴적높이cm), 기타() 폐색방지장치 탈락, 분실, 파손, 폐색	
투수성포장	함몰, 침하, 폐색상황, 토사의 퇴적, 기타()		
도로침투받이	외관	무경이 어긋남, 파손, 주변 함몰, 넘침, 기타()	
	내부	이물질, 낙엽, 토사(퇴적높이cm), 기타() 폐색방지장치 탈락, 분실, 파손, 폐색	
필요하는조치사항, 강구한조치 등			

4. 물순환 시설 유지관리 항목

식생형 시설 점검 내용과 방법

점검내용과방법
<ul style="list-style-type: none"> 공사완료 후, 첫 번째 호우 후 식생상태, 수로 측벽과 바닥의 피해여부 점검
<ul style="list-style-type: none"> 침식여부, 불균전한 식생상태와 피해, 침수지역, 체널링, 쓰레기, 퇴적물 축적상태 점검, 장마기 전후에 점검하고 폭우발생 후 점검
<ul style="list-style-type: none"> 수로측벽 경사면의 잔디상태와 침식여부 점검, 잔자갈 격벽 폐쇄여부 점검 침사지 또는 기타 전처리 시설 쓰레기와 퇴적물 축적상태 점검
<ul style="list-style-type: none"> 안전과 심미적 또는 기타 목적으로 잔디의 키를 5~10cm로 유지하기 위해 풀베기작업 실시, 풀베기작업 전에 반드시 쓰레기 제거, 풀베기작업 후 식물잔재물이 수로로 유입되는 일이 없도록 할 것 건기 동안 또는 식생유지에 필요할 경우 수로에 물을 덜 것 피해지역(침식)을 보수하고 필요할 경우 식생의 재간작업을 실시하여 침입종을 제거, 비료, 제초제, 살충제의 사용은 절대적으로 필요하다고 판단될 때를 제외하고는 금함(살포량 최소화)
<ul style="list-style-type: none"> 쓰레기, 돌맹이 등을 제거하고 적절히 처분 유입구와 잔자갈 격벽의 퇴적물과 쓰레기 청소
<ul style="list-style-type: none"> 잔자갈 격벽 폐쇄여부 점검 및 청소 작업 초기에 식재한 잔디가 정착하지 못한 경우 대체 잔디종으로 교체, 재파종하거나 객토작업 실시
<ul style="list-style-type: none"> 수로에서 물 흐름에 장애가 되는 퇴적물 제거, 토사가 수로나 입구에서 8cm 이상 축적될 때 또는 식생을 덮고 있거나 전체 수로유효용적의 10% 이상 퇴적물이 쌓일 때 제거, 퇴적물 청소과정에서 훼손된 잔디의 교체 침사지와 전처리 지역의 축적된 퇴적물 제거 수로인근, 유출부 침식지역의 보수, 필요하면 안정화 작업(경차석쌓기, 빗장잔디)을 수행 건식수로의 배수시간이 48시간을 초과할 때에는 모래와 토양여과층을 갈아엎음, 작업 후 다시 식생을 조성함

식생형 시설 유지관리 점검표

시설명:	점검일자, 시간:
관린인 성명/주소/전화번호:	점검일자, 시간:
점검사항	특이사항/작업내용
쓰레기 제거	
쓰레기 제거 여부	
퇴적물 제거 여부	
유량조절독 또는 에너지감쇄장치	
구조물 주변으로 물이 흐른 흔적이 없는지	
하류 말단부에서 침식 여부	
토양 투수성	
지하수/기반암	
식생 및 수로상태	
식생의 건전 여부	
필요 시 풀베기를 하였는지	
최소 풀베기 깊이를 초과하지 않도록 침식의 흔적이 없는지	
지침에 의거 비료가 주어졌는지	
수로바닥과 측벽 침식여부	
배수	
비강우 시 배수	
퇴적물 침전	
퇴적물 제거	
유출입구 및 비상여수로	
상태양호, 수리필요성 없음	
침식여부	
토사퇴적여부	



감사합니다

광주생물다양성 세미나
물순환도시를 위한 광주천 복개하천 복원

기후변화, 물순환 그리고 복개하천

김민환

(호남대학교 토목환경공학과 교수)

기후변화, 물순환 그리고 복개하천

2023년 4월 18일

호남대학교 토목환경공학과
교수 김민환

다른 연구자의 내용을 일부 인용한 것도 있음을 밝힙니다.

기후변화의 결과

기후변화의 원인

복개하천의 문제 & ?

최근 국내 기후변화 사례

섬진강 홍수('20.8)



- ✓ 최대 500년빈도(남원·순창), 400mm이상의 폭우
- ✓ 8개 시·군, 78지구, 34.6km², 대규모 홍수 피해

강남 폭우('22.8)



- ✓ 강남역 일대 시간당 116mm의 기록적인 폭우 발생

남부지방 가뭄('22.8~)



- ✓ 주암댐(830~), 평림댐(821~), 수어댐 가뭄 '심각' 단계 ※ 주암댐 운영이후 최초 진입
- ✓ 예년 강우량의 57~65%
예년 저수율의 33~60%

태풍 힌남노('22.10)



- ✓ 500년빈도 강우로 주택 4천여채 상가 9천여곳 피해
- ✓ 태풍 '힌남노'로 포스코 포항제철소가동 중단

최근 국내 기후변화 사례

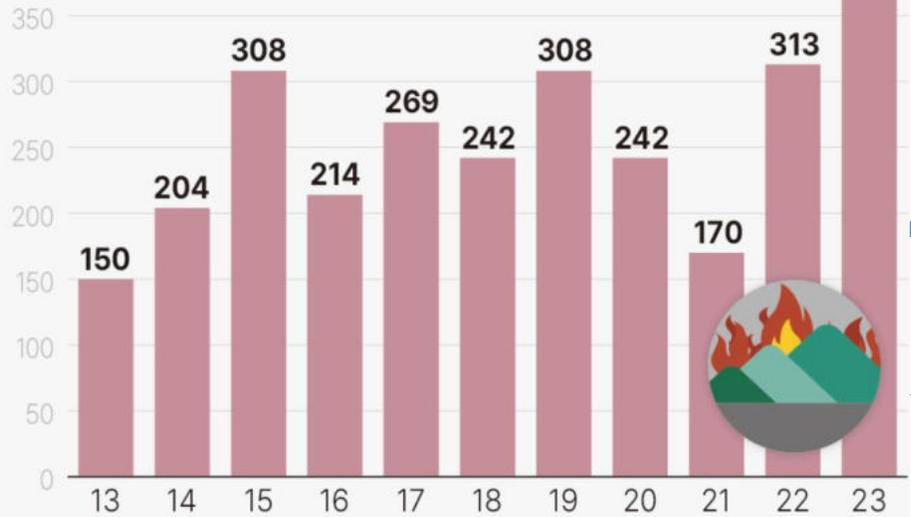


함평 산불



홍성 산불

산불 발생 추이 연도별 1분기 기준



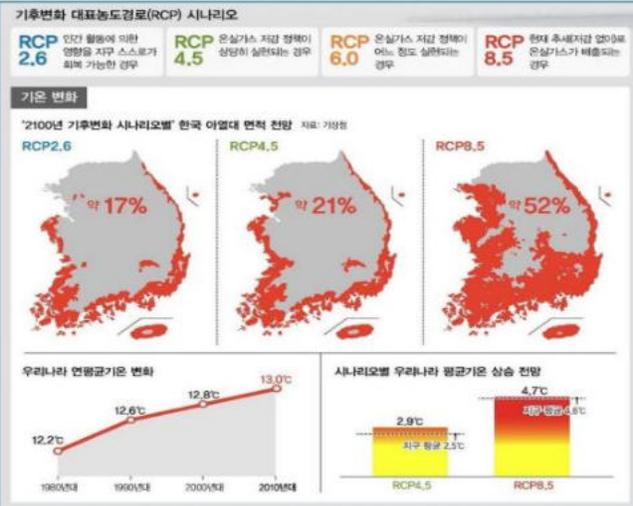
연말뉴스

자료: 산림청

국내 기후변화 전망

장래 전반적으로 가뭄 발생 빈도 증가 (RCP2.6 4.5)

중부지방은 가뭄 완화, 남부지방은 가뭄 심화 전망 (RCP6.0 8.5)



* 자료 : 한국 기후변화 평가보고서('20)

세계 기후변화 전망

전 세계적 강수 편중, 이상기온, 가뭄, 태풍 및 집중호우 등이 빈번하게 발생

기온

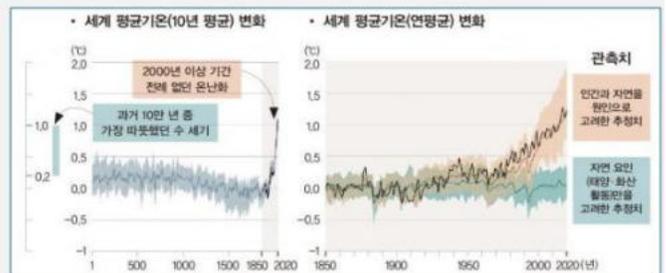
21세기 후반, 전지구 평균기온 +0.3~4.8°C 상승 예측

해수면

21세기 후반, 평균 해수면 0.26~0.82m 상승 전망

강수량

고위도·적도부근 강수량 증가
중위도·아열대 건조 지역 강수량 감소 전망



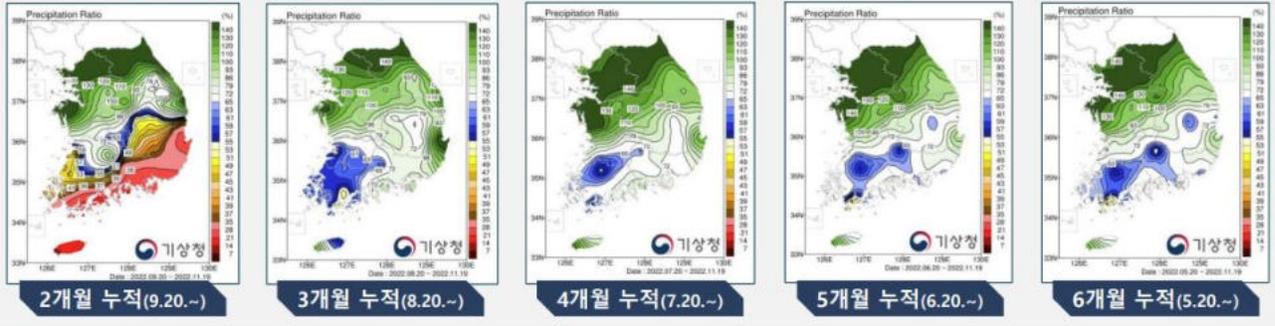
* 자료 : IPCC 제5차 평가보고서('14)

지역별 강수량 현황 (6~10월)

- 강수 대부분이 동남부 해안에 집중(영·섬유역 전국평균 대비 67% 수준)
- 대규모 댐 및 저수지 유역 강수량 부족으로 영산강·섬진강 유역 수문학적 가뭄 심화

지역	전국평균	한강	낙동강	금강	영섬	제주도
강수량(mm)	927.4	1,346.4	647.0	887.8	630.6	1,198.2
평균('73~'22)	905.6	942.2	860.4	887.0	937.0	1,187.2
평년 대비 비율	102%	143%	75%	100%	67%	101%

평년대비 지역별 강수량 비율 (11.19. 기준)



* 자료 : 기상청 수문기상 가뭄정보 시스템

영산강 상수원 부재에 따른 섬진강 물이동

영산강
수원

- 영산강 유역은 생·공용수를 공급하는 다목적 댐 부재로 타유역(섬진강)의 댐용수에 의존

물이동

- 영산강 유역 생공용수 수요의 52% 섬진강유역에서 공급

구분	물 이용량(단위 : 백만 m ³ /년, '19년)		
	계	유역내	유역외
영산강	451(100%)	218(48%)	233*(52%)

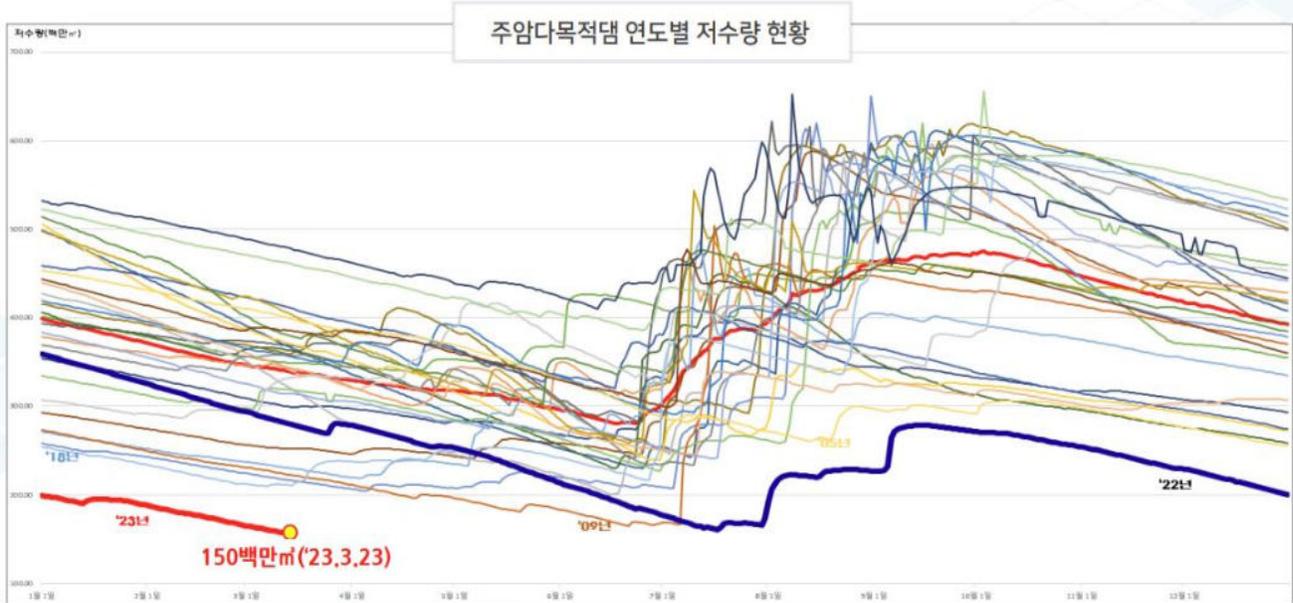
* 동북댐 109 + 주암댐 124(국가수자원관리종합정보시스템)





K water

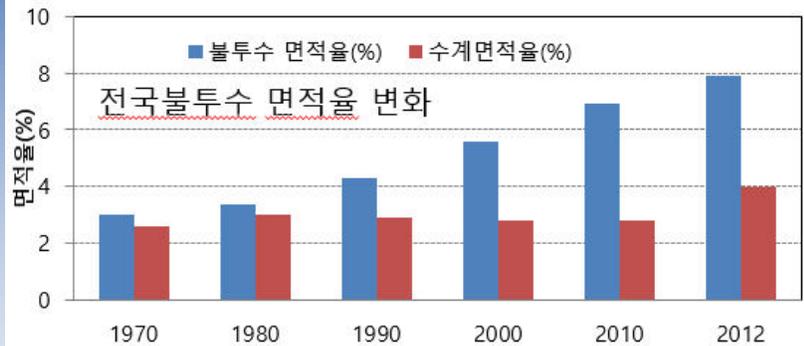
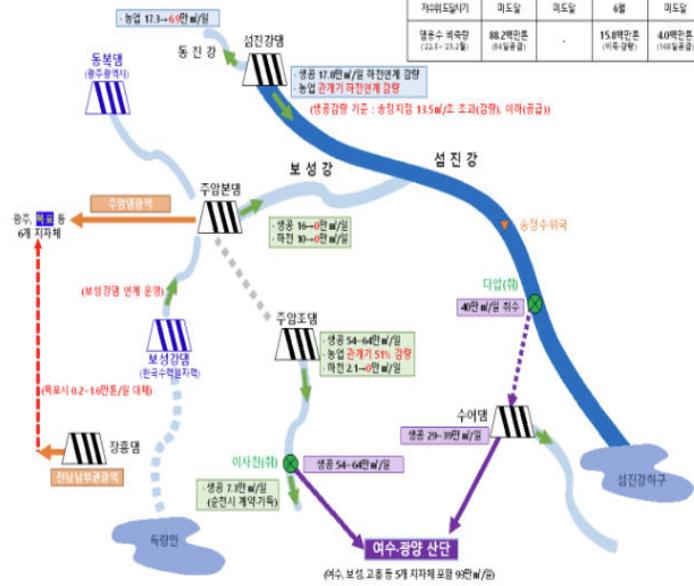
'22년부터 지속된 **강우 부족**으로 주암댐은 준공('91~) 이후 현재기준으로 **최저 저수량 기록중**



K water

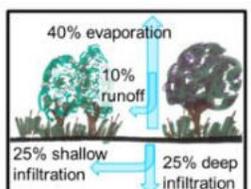
- 1. 생공용수 상시감량**
 - 본댐 직하류 생공용수 상시감량(16만m³/일, '22.7.15~)
 - 주암댐(감량)-섬진강댐(비축-공급)-하천(대체활용) 연계 본댐 직하류 생공용수 상시감량중
- 2. 하천유지용수 감량**
 - 하천유지용수 100% 감량(12.1만m³/일, '22.7.8~)
 - (본댐) 하천유지용수 10만m³/일(1.16m³/초) 감량
 - (조절지댐) 하천유지용수 2.1만m³/일(0.24m³/초) 감량
- 3. 장흥댐 대체공급**
 - 주암댐-장흥댐 간 공급물량 대체 공급('22.10.5~)
 - 주암댐광역-전남남부권역간 비상연계로 목포시 용공(배) 2~6천톤/일의 수돗물을 대체 공급 시행
- 4. 보성강댐 대체공급**
 - 보성강댐 연계 주암댐 비축('22.7~12월 2,160만m³)
 - 보성강댐 농업용수 필요수량 외 주암댐 본류 방류 공급
 - '23.3~6월 지원가능량 : 820만m³ 추정

구분	주암댐	수어댐	섬진강댐	장흥댐
7월 생산-전달	22.8.80일	22.8.30일	22.11.11일	22.8.21일
제어(도달)기	피도달	피도달	6일	피도달
영수수 비축량 ('22.7~23.2월)	88.2백만톤 (84일용량)	-	15.8백만톤 (14일용량)	4.0백만톤 (10일용량)

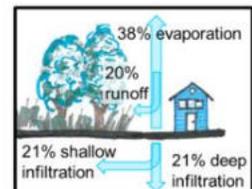


지역별 불투수 면적률 순위(특별시, 광역시)

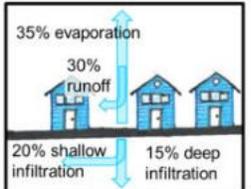
No.	지역	불투수(%)	투수(%)	수계(%)
1	서울특별시	54.37	37.68	7.95
2	부산광역시	30.34	59.01	10.65
3	광주광역시	27.02	67.48	5.30
4	대구광역시	23.24	70.81	5.95
5	인천광역시	22.30	75.43	2.27
6	대전광역시	21.99	71.72	6.29
7	울산광역시	17.22	79.15	3.63
8	세종특별자치시	12.41	81.52	6.07



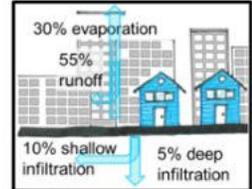
Natural Groundcover



10 - 20% Cover



35 - 50 % Cover



75 - 100% Cover

상무중앙로 특화거리(안)



L.I.D 사업 전: 불투수포장

L.I.D 사업 후: 식생체류지 특화설계



상무자유로 LID시설배치(안)



L.I.D 사업 전: 불투수포장

L.I.D 사업 후: 식생체류지 특화설계



도로부분 L.I.D 기술요소 배치계획(안)



L.I.D 사업 전: 보행로(볼투수포장)

L.I.D 사업 후: 식생재류지+투수포장+빗물파괴라



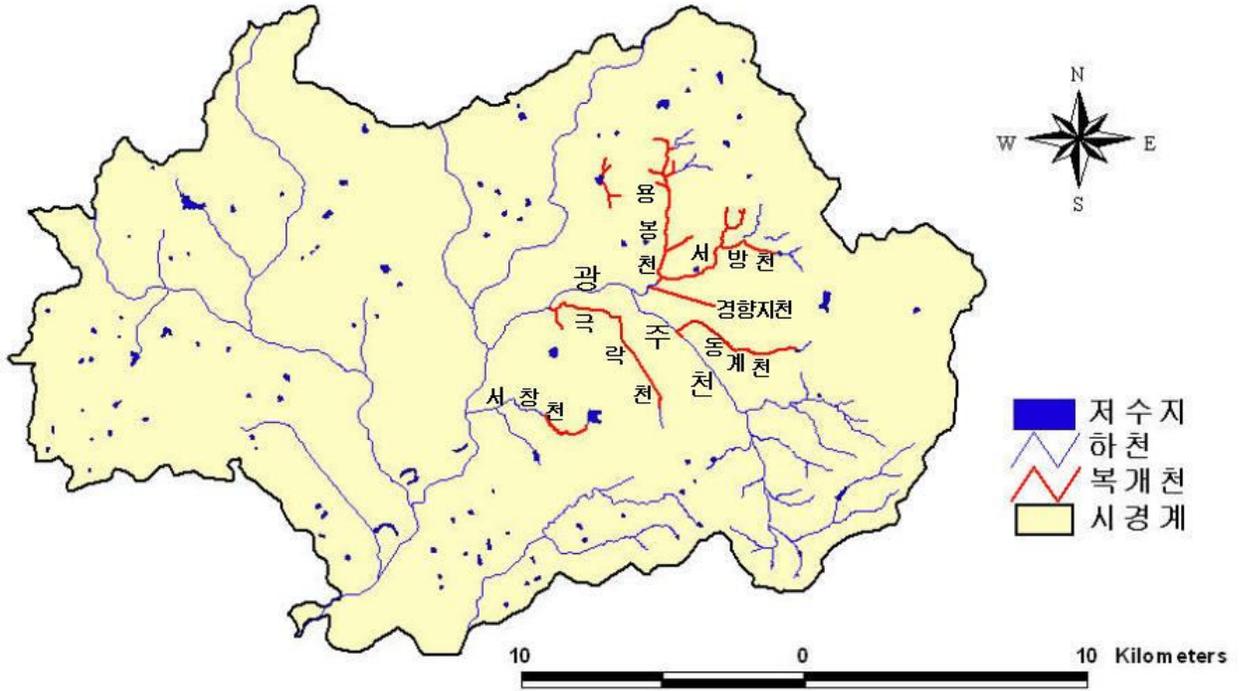
L.I.D 사업 후: 식생재류지+투수포장+빗물파괴라



L.I.D 사업 전: 투수포장



L.I.D 사업 후: 주차면 전디블럭 + 침투층구



광주광역시 하천 현황

광주광역시 하천 현황

구분	대상		기본계획수립			장래 계획		비고
	개소	연장 (km)	개소	연장 (km)	비율 (%)	개소	연장 (km)	
계	36	211.8	29	187.34	88.4	8	24.54	
국가	4	55.15	4	55.15	100	-	-	
지방	32	156.65	25	132.19	84.4	8	24.54	

광주광역시 하천복개 현황(단위 : m)

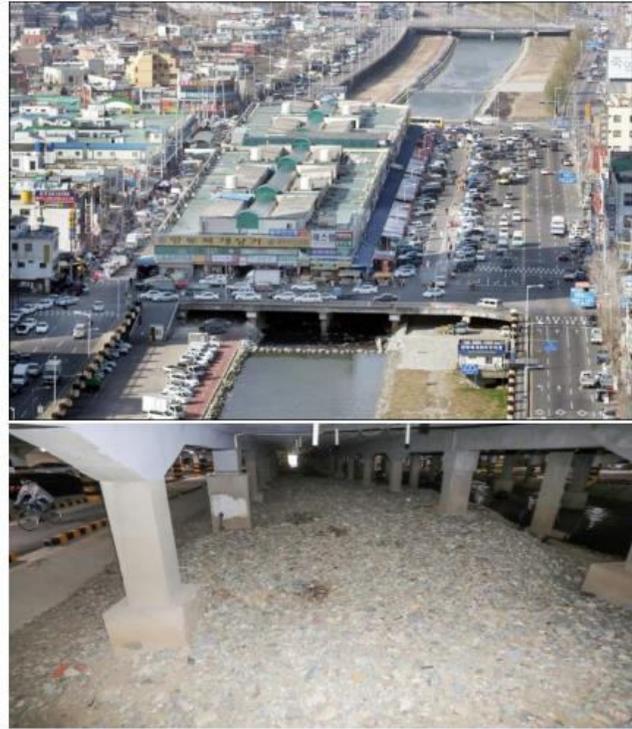
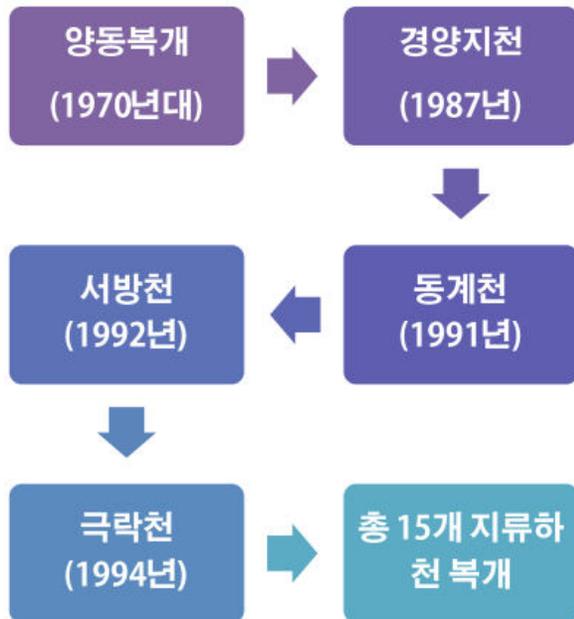
연번	하천명	위치	하천연장 (실연장)	복개 연장	구조형식	복개 후 이용현황	관리 주체	비고 (준공)
	계	15개소	60,941	41,816				
1	광주천	북구 유동 서구 양동	12,000	300	교량식 복개	상가 및 도로	광주시	일부복개 (1970)
2	학림천	북구 월출동	1,200	1,200	BOX형 복개	도로	"	전체복개 (1997)
3	진월천	광산구 비아동	1,200	1,200	BOX형 복개	도로	"	전체복개 (1997)
4	마륵천	서구 마륵동	2,810	2,810	BOX형 복개	도로	"	전체복개
5	서창천	서구 서창동	7,580	4,100	BOX형 복개	도로	"	일부복개
6	선암천	광산구 선암동	1,540	960	BOX형 복개	도로	"	"
7	장등천	북구 장등동	2,550	90	BOX형 복개	버스 회차지	"	"

광주광역시 하천 복개 현황

광주광역시 하천복개 현황(계속)

8	서방천	북구 오치동	1,981	1,981	BOX형 복개	도로	"	폐천조치 (1987)
9	동계천	동구 지산동	5,540	5,540	BOX형 복개	도로	"	폐천조치 (1987)
10	극락천	남구 봉선동	12,920	12,920	BOX형 복개	도로	"	폐천조치 (1987)
11	동계 지천	동구 계림동	2,403	2,403	BOX형 복개	도로	"	폐천조치 (1987)
12	용봉천	북구 일곡동	3,417	3,172	BOX형 복개	도로	"	폐천조치 (1996)
13	두암천	북구 두암동	2,020	2,020	BOX형 복개	도로	"	폐천조치 (1997)
14	오치천	북구 오치동	2,080	2,080	BOX형 복개	도로	"	폐천조치 (1997)
15	소태천	동구 소태동	1,700	1,040	BOX형 복개	도로	동구청	소하천

도시화 과정에서 하천 복개



자료 : 광주드림, 2007.12. 26/전남일보, 2020. 10. 11.

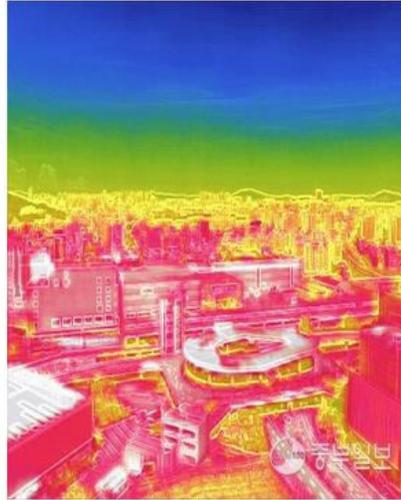
복개 하천 문제점

1. 햇빛 차단
2. 생태 연결성 단절 - 생태계 파괴
3. 수생식물 생육 곤란
4. 수변공간 소멸 ➡ 도시 내부 열섬 현상
5. 복개하천 전후 수질 악화
- ...
- ...

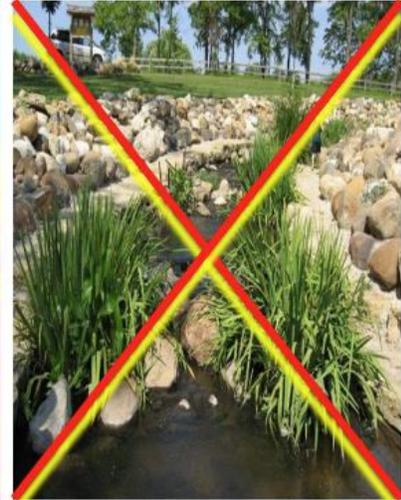
복개하천 악취 문제



도시 열섬현상



생태계 단절



사진출처 : 중부일보, 2021. 7. 21/ 경인일보, 2006. 7. 12

복개 하천 문제점

무등산 계곡수 손실

문흥동 도동고개

서방천-하수관로-1하수처리장

각화동 진덕문

두암동 밤실마을

각화저수지

지산저수지

동계천하수관로1하수처리장



평상시 서방천 차집관거



강우 월류시 서방천 차집관거

통합물관리 비전

비전

“인간과 자연이 함께 누리는 생명의 물”

핵심가치

기본원칙

비전목표

핵심전략



1	2	3	4	5
물순환 건강성 확보 1.1 자연스러운 물순환을 위한 국토이용계획 1.2 하천생태계 연결 및 자연성 회복 1.3 기후변화에 대응한 가뭄·홍수 등 재해 안전성 강화 1.4 수량·수질·수생태 통합 연계 강화 1.5 물문화 및 수생태 서비스 증진	수요와 공급의 조화로운 통합 2.1 물 수요관리 중심의 공급계획 수립 2.2 지방·광역상수도 통합 및 연계관리 2.3 지표수-지하수 연계한 활용체계 구축 2.4 다원화된 수원 개발 및 관리 2.5 지역 간 물 서비스 형평성 제고	유역 기반의 통합적인 물관리 3.1 물기본법 제정 등 관련 법률 통합 조정 3.2 유역관리체계 확립 및 유역위원회 구성 3.3 소관역 기반 통합 물관리체계 정립 3.4 유역 환경용량(수량, 수질)기반의 수질관리 3.5 물-식량-에너지(WFE)까지 연계한 통합관리 3.6 유역 맞춤형 조사·예측 대응 및 정보체계 확립	주민참여 거버넌스 확립 4.1 유역자치원리 구체화 4.2 지역과 주민주도 의사결정 4.3 도랑에서 하구까지 통합 물관리 4.4 주민참여 및 지역 역량 기반 조성	지속가능 행정·재정체계 구축 5.1 수리권제도 재정립 및 제정 5.2 유역 기반 재정 체계 구축 5.3 형평성 있는 비용부담 5.4 물가치 창출을 촉진하는 산업구조 개편 5.5 4차산업 기반 과학기술 역량 강화

출처: 통합 물관리 비전포럼(2017년 보고서)

하천복원 방향



하천 복원 계획 수립

○ 구조물의 노후화로 인한 대형 안전사고 예방



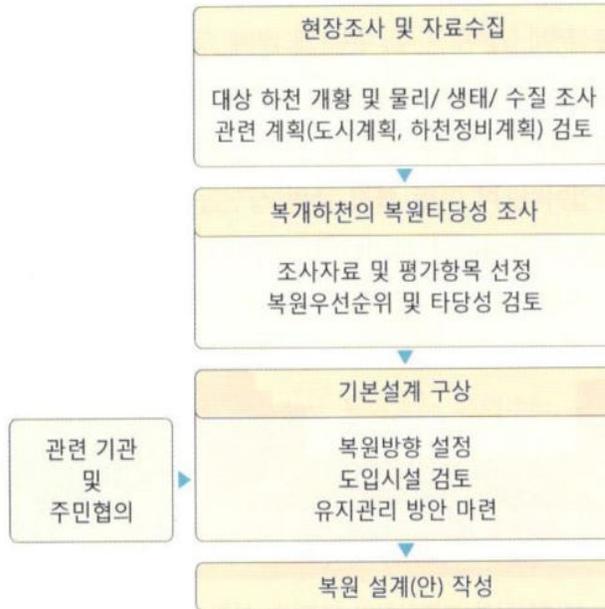
○ 하천기능을 상실한 도심하천의 복원으로 녹색 생활공간 재창조



2. 하천 복원 계획 수립



복개하천 복원 계획 흐름도



출처:하천공학(우효섭)

하천 복원 계획 수립

○ 복개하천 주변 도심재생사업의 연계 추진으로 쾌적한 도시경관 조성 필요



○ 북개하천 철거로 인한 도심 교통망 재 구축



조감도



광주천(양동복개상가) 사업비

공 종	사업 내용	사업비 (억원)
1. 공사비		466
1) 복개구조물 철거	A=22,600m ²	98
2) 제방도로 연결	도로개설 L=0.6km(B=16~18m) 건축물 철거 14,624m ²	25
3) 교량 재가설	재가설 2개소 . 양유교 태평교	303
4) 생태하천 복원	하천복원 L=0.4km(B=76m) . 고수호안 . 저수호안 . 산책로 . 자전거도로 . 초화류 식재 . 친수시설	25
5) 대체주차장 조성	주차장 조성 / 건축물 철거	15
2. 설계 및 경비	기본 및 실시설계, 감리비	50
3. 용지보상비	토지 : 13,690m ² 상가. 주택 : 48동	624
4. 총사업비		1,140

하천 복원 계획 수립

용봉천 사업비

공 종	사업 내용		사업비 (억원)
1. 공사비	서방천	용봉천	778
1) 복개구조물 철거	A=5,652m ²	A=32,706m ²	180
2) 대체도로 개설	도로개설	도로개설	126
3) 교량 재가설	재가설 2개소 . 신운교 . 신운교	신설 5개소 . 용봉1,2,3,4,5교	128
4) 유지용수 및 하수도정비	가압펌프장 하수관 정비	유지용수관신설 하수관 정비	363
5) 생태하천 복원	하천복원 . 고수호안 . 저수호안 . 산책로 . 자전거도로 . 초화류 식재 . 친수시설	하천복원 . 고수호안 . 저수호안 . 산책로 . 자전거도로 . 초화류 식재 . 친수시설	118
4) 녹지축 조성		녹지축조성 . 건축물 철거 . 수목식재 . 산책로 . 초화류 식재 . 친수시설	43
2. 설계 및 경비	기본 및 실시설계, 감리비		88
3. 용지보상비	토지 /상가. 주택	토지 / 상가. 주택	1,484
4. 총사업비			2,350

복원구간 : 태평로 - 동대문 - 신답철교 약 5.84km

공사기간 : 2003. 7. 1 - 2005. 9.30

공사금액 : 3,867억원



■ 유지용수 공급

12만t/일 물 공급

13개 지하철 역사 지하수 - 약 22,000톤/일

한강 98,000톤/일 공급

평균 40cm 수심 확보

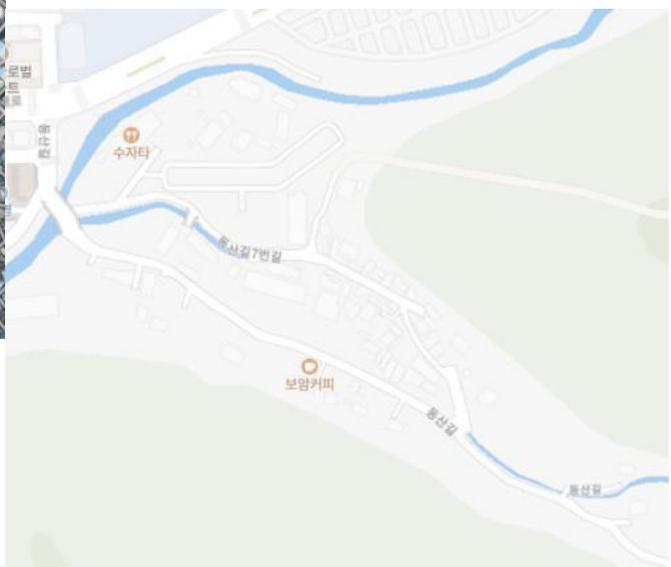
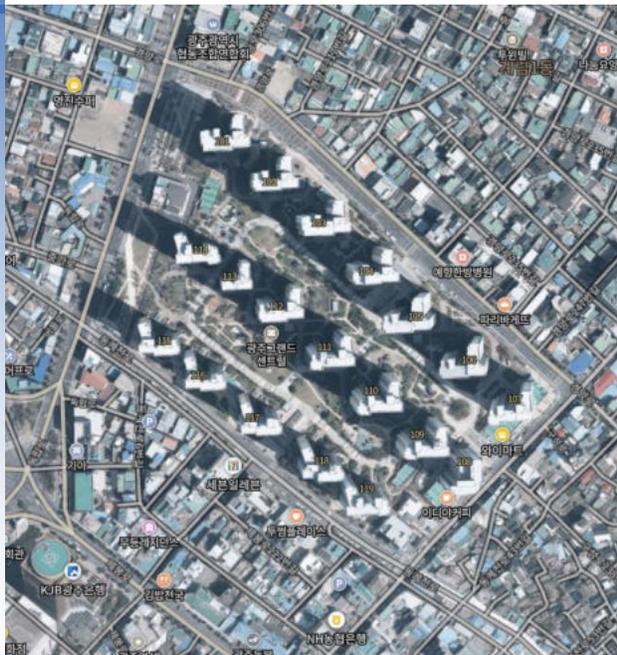
전기 소비량 3만3000kWh(약 3000가구/일)

약 14t 온실가스 배출

- 청계천 복원후
주변 온도 - 최고 3.6°C ↓
바람길 확보 → 열섬 현상 완화

청계천 동식물 현황

구분	복원전(2003)	2005	2006
계	98종	316종	386종
식물상	62	156	233
어류	4	15	23
조류	6	34	33
저서성대형무척추동물	5	22	39
육상곤충	15	84	46
포유류	2	3	4
양서, 파충류	4	2	8



(1) 주민참여를 통한 도시복개하천의 환경친화적

복원방향설정에 관한 연구

- 양재천 복개하천 복원사업을 사례 -

○ 계획, 설계 이전에 기획, 구상단계에서 주민여론 수렴

→ 하천 복원에 대한 주민합의 도출

○ 주민여론 대표성을 확보

→ 인구비례할당제를 통해 표본추출

→ 전문가 자문을 통해 설문 항목 도출

→ 공동설문조사 및 분석

○ 권역별 여론 동향 파악

☞ **하천복원 방향을 설정**

(2) 주민참여로 생태하천으로 복원된 제주 산지천

○ 복원 방향을 시민 의견 공모(98.9.1-9.30)

→69건 공모의견

○ 자연형 하천으로 복원

👉 주민 참여형 기반 조성 필요

하천복원 기반 조성

■ 산지천, 한천, 병문천 도심 관동 3대 하천

'제주의 청계천'으로 불리는 제주의 대표적 하천인 산지천은 한천, 병문천과 더불어 제주시 도심을 관동하는 3대 하천 중 하나다. 특히 상수도가 보급되기 전만 해도 제주시민들에게 식수를 제공했던 '물의 하천'으로, 제주의 역사와 수많은 사연이 녹아 흐르고 있다. 한때 복개로 인해 시궁창으로 전락하기도 했으나 지금은 건물과 복개 구조물이 철거돼 하천의 본래 모습을 되찾았다. 사라졌던 송어와 은어가 돌아오고 제주시민들의 새로운 쉼터와 문화공간으로 다시 활기를 되찾고 있다.



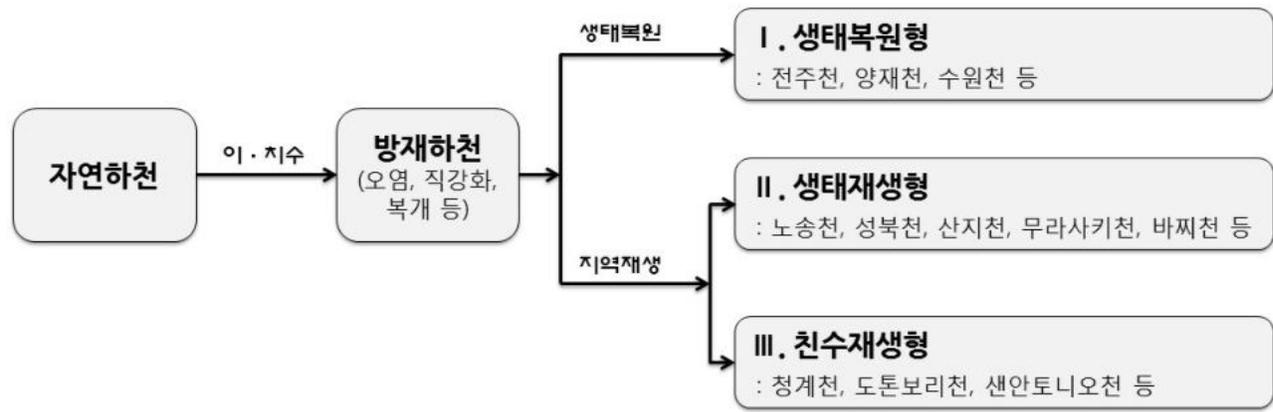
홍주일보



홍주일보



홍주일보



[그림] 도심하천 복원 유형

지역재생과 연계한 도심하천 복원

(1) 도심하천 복원을 위한 로드맵 마련

- 쾌적한 생활환경 제공에 필요한 현안사업으로 인식
 - 지역의 다양한 요청 예상
 - 중장기적인 도심하천 복원 로드맵 마련
 - 추진계획에 대한 'PDCA(Plan-Do-Check-Action)' 관리

시스템 적용

- 도심하천 복원의 필요성과 중요성을 인식
 - 기존 시가지에 산재한 어려움
 - 해결 과제
 - 선행사례의 성공과 실패 요인 분석

- 교통문제, 공사 등으로 하천복원 인접지역 영업
 - 예) 청계천 복원과 같이 단기간 추진 지역 구성원의 다양한 의견과 방안 등 논의,모색하는 과정 필요
 - ☞ 충분한 논의·협의를 토대로 밑그림 전략
 - 예) 수원천(자연형 하천) 780m 복개구간 하천복원의 경우
 - 2006-07년 : 복원사업 타당성 조사, 기본계획 수립, 공청회 등
 - 2009년 - 2012년 4월 : 준공
- 도심하천 복원을 위한 로드맵 조사연구 수행
 - 정책 동향, 지역 여건, 지역 주민 등 이해관계자 의견
 - 하천·구간별로 설정
 - 복원 우선순위를 정하는 작업 필요

(2) 도시 물순환 인식

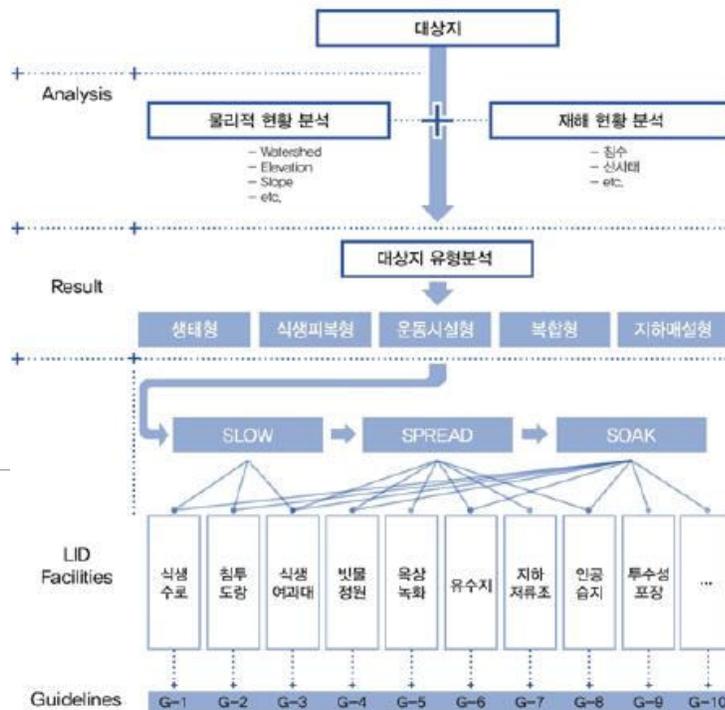
유지용수 확보 방안(유지비용)

- ☞ 저류시설(학교 운동장, 공원, 건물 등)
- ☞ 저류공원 (1) 빗물 흐름 조절(식생 수로, 침투도랑 등)
 (2) 빗물 저류지역 분산(빗물연못, 인공습지)
 (3) 빗물 유출량 감소(빗물정원, 우수지)

재해저감형 저류공원 가이드 북(국토교통부)

☞ 시민 참여

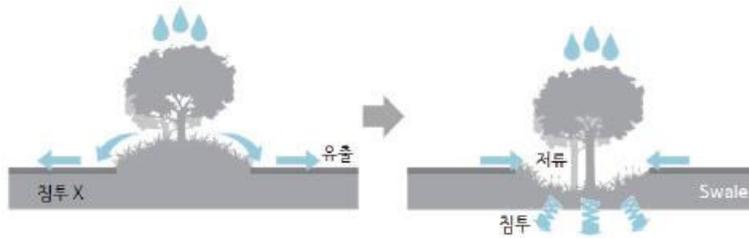
지역재생과 연계한 도심하천 복원





a. 식생수로

b. 침투도랑



- (3) 지역재생을 최우선으로 하천 복원 추진
 - (4) 주민의, 주민에 의한, 주민을 위한 하천복원 구축
 - (5) 하천복원 전담조직 설치와 자원확보 방안
-

복개하천 복원 가이드라인 설정

- (1) 가이드라인 목적
- (2) 복개하천 복원 업무처리 기준
 - 지위와 성격
 - 법적근거
 - 수립대상 및 수립권자
 - 입안 및 결정 절차
- (3) 복원 대상 하천 선정 및 구역 설정
 - 대상 하천 선정
 - 대상 구역 설정(하천 직접 구역, 간접 구역 등)
- (4) 복원 필요성 및 인센티브 지원 방안

감사합니다.

광주생물다양성 세미나
물순환도시를 위한 광주천 복개하천 복원

상무지구 물순환도시 시범사업 추진경과

이 신

(광주광역시 기후환경국 수질개선과장)

물순환선도도시 조성사업

2023. 4. 18.

 **광주광역시**

CONTENTS

- I 사업개요
- II 사업 추진현황
- III 조성사업 현황
- IV 기대효과 및 향후계획

I. 사업개요

사업명

- ▶ 광주광역시 물순환선도도시 조성사업

사업의 배경 및 목적

- ▶ 배경
도시의 불투수면 증가로 인하여 홍수, 지하수 고갈, 하천 건천화 및 수질악화 등 물 환경문제 가중
- ▶ 목적
저영향개발(LID) 기법을 적용하여 빗물의 침투, 저류능력을 회복함으로써 자연적 물순환 회복

사업범위

사업기간	2017 ~ 2023년
공사구간	광주광역시 서구 치평동 상무지구 일원
사업면적	2.2km ²
사업비	295억원(국비 70%, 시비 30%)

3

시설계획

침투형 시설	침투도랑	671m		
	침투측구	2,064m		
	투수성포장	투수블록	46,675m ²	
		집수블록	27,527m ²	
		저류블록	26,450m ²	
		잔디블록	6,874m ²	
	자전거도로	투수블록	11,642m ²	
		투수아스콘	9,760m ²	
투수콘크리트		11,937m ²		
점토블록		3,367m ²		
식생형 시설	식물재배화분	635개소		
	나무여과상자	27개소		
	식생체류지	453개소		
	식생수로	604m		

4

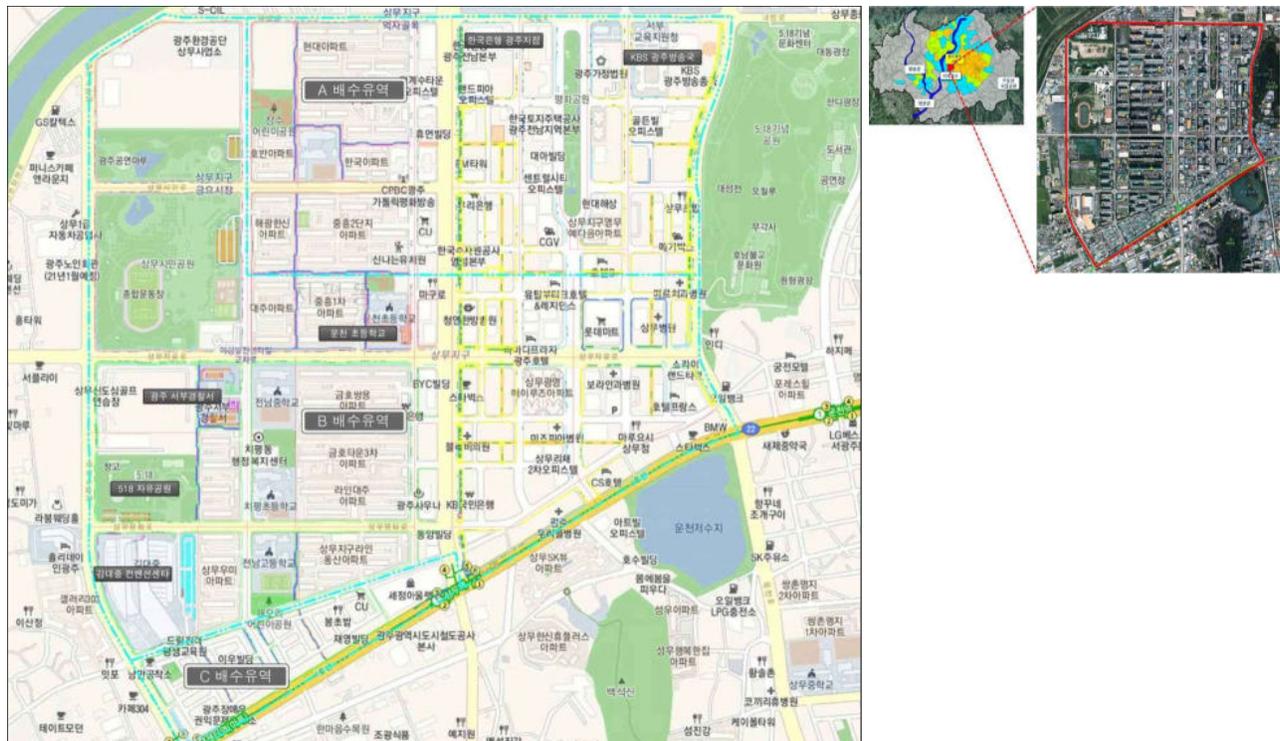
II. 사업 추진현황

추진현황

○ 사업 추진현황

- 2016년 05월 26일 : 물순환선도도시 선정(광주, 대전, 울산, 안동, 김해)
- 2017년 01월 01일 : 물순환 기본 조례 시행
- 2018년 12월 14일 : 물순환 관리 기본계획 수립
- 2018년 8월~2020년 12월 : 기본 및 실시설계 용역
- 2020년 12월 17일 : 공사 착공 ※ 공정율 : 55.2%(‘23.3월말 기준)
- 2021년 02월 25일 : 도로관리심의
- 2021년 03월 19일 : 도로점용(굴착) 허가
- 2021년 04월 19일 : 실 공사 착수
- 2021년 12월 20일 : 부분준공
- 2022년 02월 03일 : 부분준공 구간 시설물 인계인수(광주환경공단 등)
- 2023년 07월 : 공사 전체 준공(예정)

사업 위치도



사업 현황도



III. 조성사업 현황

시설별 설치현황

구분		단위	전체	설치	공정	설치부진 사유	비고 (유지관리)	
침투형 시설	계	m ²	126,866	110,592	87.2%		서구청 공공기관	
	투수성 포장	투수블록	m ²	63,128	53,004	83.9%		
		저류블록	m ²	3,543	3,543	100%		
		잔디블록	m ²	2,145	2,046	95.4%		
		집수블록	m ²	26,804	25,875	96.5%		
		자전거도로	m ²	31,246	26,124	83.6%		
	침투측구	m ²	753	608	80.7%		공공기관	
침투도랑	m	124	124	100%		광주환경공단		
식생형 시설	식물재배화분	개소	635	477	75.1%	- 통행불편 등 민원, 보도폭 좁은구간 (2m 이하) 미추진으로 수량 감소	광주환경공단	
	식생체류지	개소	370	66	17.8%	- 통행불편 등 민원, 보도폭 좁은구간 (2m 이하) 미추진으로 수량 감소		
	나무여과상자	개소	27	16	59.3%	- 관계기관 협의에 따라 기존 가로수 사이 식재 불가로 수량 감소		
	식생수로	m	487	0	0%	- 보도폭이 협소한 구간(2m 이하)으로 통행 불편민원 우려에 따른 미추진		

사업시행 전·후 현장사진

▶ 한국국토정보원 인근 보도

전(불투수포장 + 볼록형 화단)



후(투수포장 + 식생체류지)



▶ 김대중컨벤션센터 인근 보도

전(불투수포장)



후(투수포장)



▶ CMB방송국 인근 보도



11

▶ 세계 광엑스포 주제관 인근 보도



12

▶ 상무금요시장 주변 보도



13

▶ 5·18 자유공원 주차장



14

▶ 상무시민공원 주변 보도



15

LID시설 단계별 시공현황

◆ 저류블록(분리형)



터파기



골재포설



저류블록(하층) 시공



상층블록 시공



저류블록(분리형) 시공 완료

16

◆ 투수블록



터파기



골재포설



투수블록 시공



투수블록 시공 완료

◆ 잔디블록



터파기



골재포설



잔디블록 시공



잔디블록 시공 완료

◆ **집수블록**



터파기



골재부설



집수블록 시공



집수블록 시공 완료



집수블록(예시)

◆ **식물재배화분**



터파기



골재포설



식물재배화분 설치



식생토 부설



멀칭 부설



관목식재 및 식재보호대 설치

◆ 식생체류지



터파기



골재 포설



LID식생토 부설



조경석 설치



경계석 설치



초화류 및 관목 식재 완료

◆ 침투측구



터파기



골재 포설



침투측구 설치 완료

N. 기대효과 및 향후계획

기대효과

- ▶ 불투수면적 저감(91% → 59%)
- ▶ 지하수 함양 효과(99천톤/년 → 1,624천톤/년)
- ▶ 빗물 유출량 저감(2,390천톤/년 → 908천톤/년)
- ▶ 비점오염원 저감(BOD, T-N, T-P, SS 등 저감)
- ▶ 포장재 내용연수 도달로 교체 및 재포설('92년 시공)

향후계획

- ▶ 사업 효과 분석을 위한 모니터링 실시('24년)
 - 측정지점 : LID 시설별 1개소, 배수구역 3개 지점
 - 측정항목 : pH, BOD, COD, SS, T-N, T-P 등 9개 항목

감 사 합 니 다