CNI세미나 2026-79

세미나 자료집

지역 기후위기 적응을 위한 기반시설 개선 및 재해예방 전략 세미나

충남연구원

Ⅰ 세미나 개요

○ 주 제 : 지역 기후위기 적응을 위한 기반시설 개선 및 재해예방 전략 세미나

○ 일 시 : 2026년 10월 20일(화), 15:00~17:30

○ 주 최 : 충남연구원

○ 장 소 : 한국급경사지안전협회 대회의실(세종특별자치시 나성북로 21)

○ 참 석 : 충남연구원, 한국급경사지안전협회, 수성엔지니어링, 한국수환경관리연구소 등

Ⅱ 세부일정

소 요 시 간		내 용	비고
15:00~15:05	5분	개회	이상신 연구위원 (충남연구원)
15:05~15:10	5분	축사	이문세 사무처장 (한국급경사지안전협회)
15:10~15:30	20분	지역 기후위기 적응대책의 현황과 과제	이상기 초빙책임연구원 (충남연구원)
15:30~15:50	20분	기후위기 대응을 위한 지역 기반 시설 설계 개선 방향	조지훈 이사 (수성엔지니어링)
15:50~16:10	20분	집중호우에 따른 급경사지 재해 위험과 지역 안전관리 방안	최영남 팀장 (한국급경사지안전협회)
16:10~16:30	20분	기후적응을 위한 수생태 변화와 적응대책	장창원 이사 (한국수환경관리연구소)
16:30~16:40	10분	휴식	
16:40~17:30	50분	질의응답 및 토론	이상신 연구위원 (충남연구원)
17:30~17:35	5분	폐회	

Ⅲ 추진배경

○ 기후재난의 위험이 갈수록 증가함으로써 주민의 생명과 재산, 지역 기반시설 및 생활환경에 대한 위협 증가

○ 심각한 기후재난의 복합적 발생 가능성에 대비하여 지역 차원의 대응역량 강화 필요

○ 기후재난의 피해 양상이 지역의 지형, 기반시설 및 생활환경에 따라 다르게 나타남에 따라 지역 특성과 취약성을 반영한 기후위기 적응대책의 고도화 필요

○ 변화하는 기후위험을 고려하여 기반시설의 대응능력과 취약지역의 안전관리 수준을 높이는 등 적응대책의 구체성 및 실효성 제고 필요

Ⅳ 추진목적

○ 기후재난의 위험 증가와 복합적 발생에 대비하여 지역 기반시설 및 취약지역의 주요 위험요인과 대응과제 검토

○ 기반시설 설계 및 급경사지 안전관리 분야의 현장 사례를 토대로 지역 기후위기 적응역량 강화방안 모색

○ 지역의 지형, 기반시설 및 생활환경 특성을 고려한 시설 개선과 재해예방 방안을 검토하여 지역 맞춤형 적응대책의 고도화 방향 도출

○ 전문가 의견과 토론 결과를 바탕으로 지역 기후위기 적응대책의 구체성 및 실효성을 높이기 위한 정책적 개선과제 도출

Ⅴ 기대효과

○ 기후재난 위험과 지역 기반시설 및 취약지역의 대응방안 현황 파악

○ 기반시설 개선 및 급경사지 재해예방 사례를 통한 지역 맞춤형 적응정책의 기초자료 도출

○ 전문가 교류를 통한 지역 기후위기 적응 협력 네트워크 구축

○ 정책적 개선과제 도출을 통한 지역 기후위기 적응대책의 실효성 제고

목 차

지역 기후위기 적응대책의 현황과 과제 ····· 1

충남연구원 이상기 초빙책임연구원

기후위기 대응을 위한 지역 기반 시설 설계 개선 방향 ····· 15

수성엔지니어링 조지훈 이사

급경사지 재해 위험과 지역 안전관리 방안 ····· 31

한국급경사지안전협회 최영남 팀장

기후적응을 위한 수생태 변화와 적응대책 ····· 41

한국수환경관리연구소 장창원 이사

1

지역 기후위기 적응대책의 현황과 과제

충남연구원 이상기 초빙책임연구원

지역 기후위기 적응을 위한 기반시설 개선 및 재해예방 전략 세미나

지역 기후위기 적응대책의 현황과 과제

이상기
충남연구원 초빙책임연구원

2026. 10. 20.

TOPIC

1 기후재난은 더 잦아지고, 더 겹쳐서 온다

2 같은 재난이라도 지역의 지형·시설·생활환경에 따라 피해가 다르다

3 적응대책은 이미 있다. 문제는 구체성과 실효성이다

01

적응의 현재상

기후는 이미 달라졌고, 그 신호는 지역마다 다르게 나타난다

기후 변화의 양상

평균이 아니라 패턴이 달라졌다

기온

~~"더워졌다"~~

극단이 잦아졌다

강수

~~"비가 늘었다"~~

짧고 강하게 쏟아진다

설계·관리의 기준이 되는 '과거의 평균'이 더 이상 충분하지 않다

01. 적응의 현재상

기후재난의 유형

홍수 · 산사태 · 산불 · 가뭄

홍수

단시간 집중호우로 도심·하천 변이 잠긴다

산사태

호우 뒤 비탈면·급경사지가 무너진다

산불

건조기가 길어지며 대형화된다

가뭄

용수가 부족해 생활·농업이 흔들린다

재난은 따로 오지 않고 연쇄·복합으로 온다 예) 산불 → 호우 → 산사태

01. 적응의 현재상

지역에 따라 다른 취약성

피해 양상은 지역의 지형·기반시설·생활환경에 따라 달라진다

산지 읍·면

산사태 · 도로 유실 · 마을 고립

도심 생활권

내수 침수 · 지하공간 · 저지대 주택

해안·하구

침수 · 염해 · 배수 지연

농촌 내륙

가뭄 · 용수 부족 · 산불

같은 호우, 다른 피해

산지형

비탈면 붕괴·도로 유실로 마을이 고립된다

비탈면 / 도로 / 소하천

도심형

짧은 강우에도 배수가 넘쳐 저지대가 잠긴다

배수관로 / 지하공간 / 저지대 주택

해안형

호우와 높은 조위가 겹쳐 물이 빠지지 못한다

배수갑문 / 하구 / 저지 농경지

그래서 적응대책은 지역 단위로 설계되어야 한다

02

적응대책, 어디까지 왔나

계획은 갖춰졌지만, 현장에서 작동하는 정도는 아직 고르지 않다

적응 정책의 큰 흐름

국가에서 지역으로, 계획에서 점검으로

STEP 1
국가 적응대책
국가 차원의 방향과 부문별 대책

STEP 2
광역 적응대책
시·도 여건에 맞춘 세부 대책

STEP 3
기초 지자체 적응대책
시·군·구 현장 단위의 실행 계획

STEP 4
이행평가
추진 실적 점검과 다음 계획으로의 환류

충남의 적응 대응 현황

활동은 이어져 왔으나, 사업 간 결은 아직 나뉘어 있다

① **광역 적응대책 수립·이행**

② **시·군 적응대책 수립 지원**

③ **기후위험·취약성 평가**

④ **적응 관련 연구·사업**

02. 적응대책, 어디까지 왔나

작동한 것, 아직 아닌 것

작동한 것

계획 체계 정비
국가·광역·기초로 이어지는 계획의 틀이 갖춰졌다

위험 인식 확산
기후위험이 행정의 공식 의제가 되었다

대책 목록화
부문별로 해야 할 일이 정리되었다

아직 작동하지 않는 것

지역 특성 반영 부족
지형·시설·생활환경의 차이가 계획에 충분히 담기지 않았다

사업 간 연계 미흡
부서·사업별 대책이 따로 움직인다

이행 점검의 형식화
점검이 다음 계획의 개선으로 이어지지 않는다

02. 적응대책, 어디까지 왔나

약속된 적응 vs 작동한 적응

시사점

① 구체성 부족

② 실행 수단 부족

③ 사후관리 부족

03

네 가지 문제

적응대책이 현장에서 힘을 잃는 이유

① 주체 간 단절

② 미래 위험의 불확실성

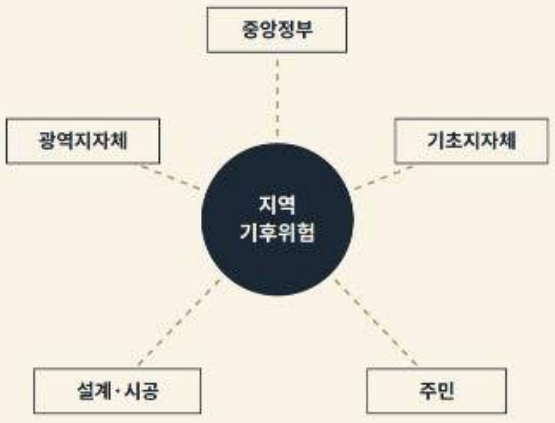
③ 재정·인력의 한계

④ 사후관리 부재

① 주체 간 단절

대책은 부서별·사업별로 나뉘고,
위험은 경계 없이 온다

같은 재난을 두고 각 주체가 따로 계획하고 따로 움직인다. 연결이 끊어진 자리에서 대응의 공백이 생긴다.



② 미래 위험의 불확실성

어떤 미래를 기준으로 대비할 것인가

기준의 선택
과거 관측 자료인가, 미래 전망인가

지역 정보의 부족
지역 단위로 쓸 수 있는 위험 정보가 아직 부족하다

선택 자체가 정책
어느 기준을 택하느냐가 곧 비용과 안전 수준을 정한다

③ 재정·인력의 한계

예산은 한정되고,
사람은 순환한다

예산
적응 사업은 성과가 잘 보이지 않아 예산 배정에서 밀리기 쉽다

인력
지자체 전담 인력이 적고, 순환보직으로 전문성이 이어지지 않는다

사후관리
사업이 끝나면 관리 책임과 예산이 흐려진다

④ 사후관리·모니터링 부재

1 조사 | 2 계획·설계 | 3 시공 | 4 유지관리 | 5 재정비

정비 후 점검, 점검 후 개선으로 이어지는 고리가 약하다

시설은 지어진 뒤에도 기후에 노출된다. 점검 결과가 다음 계획에 돌아오지 않으면 같은 피해가 반복된다.

04

어디로 가야 하나

네 가지 원칙 위에서 다섯 가지 과제로

04 · 어디로 가야 하나

네 가지 원칙

적응을 운영하는 네 가지 어휘 — 원칙을 단어로 잡고, 과제로 번역한다

① **지역성**
동일한 시나리오도 산지·도심·해안에서
다른 무게로 작동한다

② **선제성**
예방은 복구보다 눈에 잘 안 띄고
그래서 자원이 끊기기 쉽다

③ **통합성**
기후는 통합적으로 오고
적응도 통합적으로 가야 의미가 산다

④ **학습성**
정비 후 점검, 점검 후 학습이
운영의 흐름이 된다

다섯 가지 실행 과제

1	**지역 위험 진단의 고도화**	지형·시설·생활환경을 반영한 취약성 평가
2	**부서·기관 간 협력 체계**	기반시설·재난·환경 부서의 공동 계획
3	**시설 개선 우선순위 기준**	위험도와 피해 대상에 따른 정비 순서
4	**사후관리·모니터링 체계**	점검 결과가 다음 계획에 반영되는 구조
5	**전문가·현장 협력 네트워크**	연구기관·설계사·협회·지자체의 정례 교류

적응은 한 번에 완성되는
사업이 아니라,
계속 고쳐 나가는 운영이다

정책제언

1 우리 지역의 가장 큰 기후 취약 지점은 어디인가

2 계획과 현장 사이의 간극을 누가, 어떻게 메울 것인가

3 사후관리 책임과 예산을 어떻게 확보할 것인가

2

기후위기 대응을 위한 지역 기반 시설 설계 개선 방향

수성엔지니어링 조지훈 이사

지역 기후위기 적응을 위한 기반시설 개선 및 재해예방 전략 세미나

기후위기 대응을 위한 지역 기반 시설 설계 개선 방향

조지훈 토목공학박사
수성엔지니어링 이사
2026. 10. 20.

목 차

1 기후변화와 기반시설 피해 현황 — 집중호우 양상의 변화 · 기반시설 피해 현장

2 집중호우에 따른 기존 시설의 취약점 — 도심 배수 · 횡배수관·암거 · 옹벽 · 비탈면

3 기후변화 대응 설계 기술 — 설계강우 · LID·그린인프라 · 보강 · 스마트 모니터링

4 도로·배수시설 설계 및 보강 사례 — 사례 4건 · 보강 전/후 · 시사점

5 지자체 시설 개선 시 고려사항 — 우선순위 · 설계 · 유지관리 · 제도·예산

1. 기후변화와 기반시설 피해 현황

1.1 집중호우 양상의 변화

집중호우로 유실된 도로

①단시간 고강도

짧은 시간에 많은 비가 집중 — 배수시설이 감당할 시간 없이 한계를 넘는다

②국지성

좁은 지역에 피해가 집중 — 예측과 사전 대응이 어렵다

③반복·복합

같은 시설이 여러 해 반복 피해 — 침수에 산사태·토사 유출이 함께 온다

시사점 기존 설계기준의 전제(과거 강우 자료)가 흔들리고 있다

1. 기후변화와 기반시설 피해 현황

1.2 기반시설 피해 현장

①도로 유실 · 지역·연도 확인

②교량 유목 퇴적 · 지역·연도 확인

③도심 도로 침수 · 지역·연도 확인

④ 옹벽 통과 · 지역·연도 확인

⑤절도 비탈면 통과 · 지역·연도 확인

⑥ 빗물받이 막힘 · 지역·연도 확인

시사점 연결된 시설망을 따라 피해 확산

2. 집중호우에 따른 기존 시설의 취약점

2.1 시설 유형별 주요 피해 양상

① 도심 배수시설

원인 설계 통수능 초과, 노후 관로, 불투수면 증가

피해 도로·지하공간·상가 동시 침수

개선 통수단면 확대, 저류·침투시설 병행

② 도로 횡배수관·암거

원인 유목·토사 유입으로 유입부 폐색, 통수단면 부족

피해 도로 월류·노면 유실, 주변 침수 확대

개선 단면 확대, 유입부 부유물 차단, 정기 준설

③ 옹벽·석축

원인 배면 배수 불량, 뒤채움 포화로 수압 증가

피해 전도·붕괴, 상부 도로·주택 피해

개선 배수층·배수공 재설계, 앵커 등 보강

④ 성토·절토 비탈면

원인 표면 유수 집중, 세굴·표층 유실

피해 도로 차단, 토사 유출 2차 피해

개선 배수시설 정비, 식생·보강공법 병행

2. 집중호우에 따른 기존 시설의 취약점

2.2 도심 배수시설의 취약점

빗물받이 막힘

도심 도로 침수

구분	취약 요인
설계 측면	과거 강우 기준으로 정한 통수능 관거 경사·단면의 한계
환경 측면	도시화로 불투수면 증가 빗물이 관로로 모이는 시간 단축
관리 측면	빗물받이 막힘, 관로 내 퇴적 시설 노후화

시사점 관로 확대만으로는 한계 — 유역 단위 대응 필요

2. 집중호우에 따른 기존 시설의 취약점

2.3 도로 횡배수관·암거의 취약점

도로 횡배수관 유입부

주요 취약 요인

1. **작은 단면**
   과거 기준 홍수량으로 정한 관경 — 집중호우 시 통수 부족
2. **유입부 구조**
   유목·토사가 걸리기 쉬운 형상, 부유물 차단시설 부재
3. **상류 관리 부재**
   상류 토사·유목이 정비되지 않은 채 유입

폐색 진행 과정

① **유입** — 유목·토사가 빗물과 함께 유입 ▶
② **걸림** — 유입부에 부유물이 걸려 단면 축소 ▶
③ **월류** — 물길이 막혀 도로 위로 넘침 ▶
④ **유실** — 노면·성토부 유실, 통행 차단

2. 집중호우에 따른 기존 시설의 취약점

2.4 옹벽·석축의 취약점

붕괴 메커니즘

① 강우가 배면으로 침투
▼
② 배면 수위 상승
▼
③ 수압·토압 증가
▼
④ 전도·활동·붕괴

배수공 막힘	노후 석축	상부 처리 미흡
배수공 배수층이 막혀 물이 빠지지 못함	뒤채움 유실, 줄눈 이완으로 일체성 저하	상부 도로·주택의 하중과 빗물 유입

시사점 배수 능력이 구조 안정의 핵심

2. 집중호우에 따른 기존 시설의 취약점

2.5 성토·절토 비탈면의 취약점

도로 절토 비탈면 붕괴

주요 취약 요인

1. **배수시설 미흡**
   소단 산마루 측구 등이 없거나 막혀 표면수가 한곳으로 집중
2. **표층 유실·세굴**
   집중된 유수가 표층을 깎아 붕괴로 확대
3. **식생 미정착**
   시공 후 식생이 자리잡지 못한 구간이 먼저 무너짐

피해 확산 흐름

비탈면 붕괴 토사가 도로로 유입 ▶ **도로 차단** 통행 중단, 매몰 고립 ▶ **우회·고립** 응급 대응 지연 ▶ **2차 피해** 토사 유출로 하류 배수 막힘

2. 집중호우에 따른 기존 시설의 취약점

2.6 기존 시설 취약점 종합

시설	주요 원인	피해 양상	설계 시사점
도심 배수시설	통수능 부족, 불투수면 증가	도로·지하공간 침수	유역 단위 저류·침투 병행
횡배수관·암거	유입부 폐색, 작은 단면	도로 월류·노면 유실	단면 확대, 부유물 차단
옹벽·석축	배면 배수 불량, 노후화	전도·붕괴	배수층 재설계, 보강·계측
성토·절토 비탈면	유수 집중, 식생 미정착	붕괴·토사 유출	배수시설 정비, 표면 보호

공통 원인 3가지

1. 과거 기준으로 설계
2. 배수 처리 미흡
3. 유지관리 공백

3. 기후변화 대응 설계 기술

3.1 설계 패러다임의 변화

구분	기존 설계		기후변화 대응 설계
설계 기준	과거 강우 자료	▶	미래 기후 변화까지 고려
대상 범위	개별 시설	▶	유역·시설망 단위
대응 방식	구조물 중심	▶	구조물 + 비구조적 대책(경보·관리)
목표	피해 방지	▶	피해 최소화 + 빠른 복구(회복력)

핵심 회복 능력이 핵심 키워드

3. 기후변화 대응 설계 기술

3.2 미래 기후를 고려한 설계강우

설계강우 산정 흐름

1. **강우 자료 수집**
   관측소별 장기 강우 기록
   ▼
2. **확률강우량 산정**
   재현기간별 강우량 산정
   ▼
3. **기후변화 반영**
   미래 전망·여유율 적용
   ▼
4. **설계 홍수량 결정**
   시설 규모·단면 결정

적용 시 고려사항

갱신 주기
강우 자료가 쌓이면 확률강우량도 주기적으로 갱신

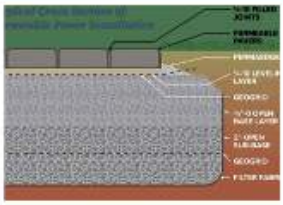
여유율 적용
미래 불확실성을 고려한 여유 확보

시설 중요도별 차등
피해 영향이 큰 시설일수록 높은 기준 적용

3. 기후변화 대응 설계 기술

3.3 저영향개발(LID)·그린인프라

①투수성 포장



빗물이 포장면을 통과해 땅으로 침투
주차장 · 보도 · 이면도로

②침투도랑·측구

도로변에서 빗물을 모아 지중으로 침투
도로 측구 · 녹지 경계

③빗물정원·식생수로

식생과 토양이 빗물을 저장·정화
공원 · 가로녹지 · 중앙분리대

④ 소규모 저류시설

빗물을 잠시 담았다가 천천히 내보냄
공공시설 부지 · 지하공간

기대 효과

1 유출량 감소 2 침투 유출 지연 3 관로 부담 완화 4 도시 열섬 완화

3. 기후변화 대응 설계 기술

3.4 비탈면·옹벽 보강 기술

비탈면 보강 시공

공법	개념	유의사항
배수 강화형 옹벽	배면 배수층·배수공을 확대해 수압 저감	배수공 막힘 방지 점검
앵커·쏘일네일링	보강재를 지반에 삽입해 붕괴 저항력 확보	지반조사·인장 관리
표면 보호·식생	표층 유실 방지, 식생으로 장기 안정	식생 정착 기간 관리
낙석·토석류 방지	방지망·방지책·사방시설로 피해 차단	퇴적물 정기 제거

원칙 보강공법 적용시 배수처리 설계 적용

3. 기후변화 대응 설계 기술

3.5 스마트 모니터링·디지털 기술

모니터링 구성도

현장 센서
수위 · 강우 · 변위 계측

▶

통신
실시간 데이터 전송

▶

통합 관제
임계값 판단·상황 파악

▶

경보·대피
통행 통제·주민 알림

하천 수위 계측 센서

IoT 계측
수위·변위·강우를 상시 계측

CCTV·영상 분석
침수·폐색 상황을 원격 확인

GIS 위험지도
시설 위험구역을 지도로 통합 관리

디지털 트윈
호우 시나리오별 피해를 사전 모의

원칙 관리계획 까지 포함된 설계

4. 도로·배수시설 설계 및 보강 사례

4.1 사례①도심 배수시설 개선

대상 — 도심 저지대 노후 배수시설

저지대 침수 발생

대용량 배수펌프 도입 사례

주요 변경점

①통수단면 확대
기존 관경 단계 상향, 분기 구조 정비

②저류·침투시설 병행
관로 확장만으로는 한계, 분산식 유역관리

③운영·관리 협업
순찰·준설 펌프 운영 주기 표준화

시사점 관로 확장 + 저류·침투 관리

4. 도로·배수시설 설계 및 보강 사례

4.2 사례② 도로 횡배수관·암거 개량

대상 — 도로 횡배수관·암거의 부유물 폐색과 통수 부족

횡배수관 유입부

배수관로 시공 모습

주요 변경점

①단면 확대
재해 이력 고려해 관경 단계 상향

②유입부 구조 개선
부유물이 걸리지 않는 형상으로 정비

③상류 거름 + 준설
상류 차단시설과 정기 준설 계획 병행

시사점 **구조 보강 + 상류 관리 계획 수립**

4. 도로·배수시설 설계 및 보강 사례

4.3 사례③ 옹벽 보강

대상 — 노후 옹벽·석축의 배면 배수 부족과 변형

옹벽 붕괴 사례 (참고 이미지)

쏘일네일링·앵커 보강 사례 (참고 이미지)

주요 변경점

①배면 배수 재설계
배수층·배수공 확대, 수압 저감

②앵커 등 보강
지반과의 일체성 회복

③변위 계측 병행
보강 후 거동 확인, 다음 정비에 반영

시사점 **배수구조 재설계를 포함하는 보강공법 적용**

4. 도로·배수시설 설계 및 보강 사례

4.4사례④ 비탈면 보강·배수 개선

대상 — 성토·절토 비탈면의 유수 집중과 표층 유실

비탈면 붕괴 사례

산사태 복구 사례

주요 변경점

① **배수시설 정비**
산마루·소단 측구로 유수 분산

② **표면 보호**
표층 유실 방지 공법 적용

③ **식생 복원**
정착기 관리로 장기 안정성 확보

시사점 식생 정착기 관리 계획이 중요

4. 도로·배수시설 설계 및 보강 사례

4.5사례별 시사점 종합

사례	주요 문제	적용 기술	효과	남은 과제
①도심 배수	통수능 부족, 저지대 침수	단면 확대, 저류시설, 빗물받이 개선	첨두 유출 억제, 침수 빈도 감소	유역 단위 확대 적용
②횡배수관·암거	유입부 폐색, 도로 월류	단면 확대, 유입부 개선, 부유물 차단	도로 월류 저감, 준설주기 확보	상류 관리·정기 준설
③옹벽	배면 배수 불량, 붕괴 위험	배수 재설계, 보강, 계측	변형 억제, 붕괴 위험 저감	계측 결과 활용 체계
④ 비탈면	유수 집중, 표층 유실	배수 정비, 표면 보호, 식생	표층 유실 억제, 토사 유출 저감	식생 정착 관리

시사점 배수 처리가 모든 보강의 출발점

5. 지자체 시설 개선 시 고려사항

5.1 시설 개선 우선순위 설정

우선순위 판단 요소

1. **피해 이력**
   반복 피해 발생 여부
2. **시설 노후도**
   준공 연도·점검 등급
3. **주변 주거·통행량**
   피해 시 영향받는 인구
4. **대체 경로 유무**
   고립·우회 가능성

5. 지자체 시설 개선 시 고려사항

5.2 계획·설계 단계 고려사항

1. **기후변화 고려 설계기준 적용**
   과거 기준에 머물지 않고 미래 강우를 반영했는가
2. **유역 단위 검토**
   상·하류 시설과 물 흐름에 미치는 영향을 함께 검토했는가
3. **배수 처리 계획의 충분성**
   표면수·배면수를 모두 안전하게 배제하는가
4. **유지관리가 쉬운 구조**
   점검·준설 장비가 접근할 수 있는 동선이 있는가
5. **계측·모니터링 계획 포함**
   준공 후 상태를 확인할 계측 계획이 설계에 들어 있는가
6. **주민 대피·통행 대책 연계**
   호우 시 통제·우회·대피 계획과 연결되는가

5. 지자체 시설 개선 시 고려사항

5.3 유지관리·운영 단계 고려사항

①정기 점검

우기 전·후 점검

- 빗물받이·횡배수관 준설
- 옹벽 배수공 막힘 확인
- 비탈면 균열 유실 점검

②긴급 대응

호우 시 순찰·통제

- 위험 구간 순찰
- 도로 통제·우회 안내
- 계측값 기준 정보 발령

③기록·환류

점검 결과의 설계 반영

- 피해·점검 이력 기록
- 시설 관리 정보 축적
- 다음 개선 설계에 환류

원칙 사업 계획 단계에서 유지관리 예산 및 담당 인력 확정

5. 지자체 시설 개선 시 고려사항

5.4 제도·예산 개선 과제

No.	과제	내용
1	설계기준의 주기적 갱신	강우 자료와 기후 전망 변화를 기준에 정기적으로 반영
2	예방 투자 확대	피해 후 복구 중심에서 사전 예방 중심으로 예산 구조 전환
3	시설 관리 정보 통합	부서별로 흩어진 시설·피해·점검 정보를 하나로 관리
4	협력 체계 구축	발주처·설계사·전문기관이 계획 단계부터 함께 참여

요약 좋은 설계: 기준 + 예산 + 정보 + 협력

맺음말

1. 기존 시설은 과거 기준으로 설계되어 집중호우에 취약하다
2. 피해의 출발점은 대부분 배수 처리다
3. 설계는 미래 기후와 유역 단위로 확장되어야 한다
4. 구조물 보강과 모니터링·관리를 함께 설계해야 한다
5. 지자체는 우선순위·유지관리·예산을 함께 계획해야 한다

25

감사합니다

조지훈 이사
수성엔지니어링

3

급경사지 재해 위험과 지역 안전관리 방안

한국급경사지안전협회 최영남 팀장

2026.10.20

급경사지 재해 위험과 지역 안전관리 방안

지역 기후위기 적응 역량 강화

지역 기후위기 적응을 위한
기반시설 개선 및 재해예방 전략 세미나

최영남
한국급경사지안전협회

01

목차

/ 기후적응을 위한 급경사지 안전관리 방안

01 정의
/ 자연 · 인공
/ 관련법 및 시행령

02 관리 체계
/ 관리 주체
/ 업희 역할

03 안전 점검
/ 안전등급
/ 등급별 점검 방법
/ 5 단계 점검 체계

04 현황 · 사례
/ 등록 이후 풍경
/ 사각지대
/ 사례

05 개선
/ 개선안
/ 결론

정의 → 법률 → 주체 → 점검 → 현황 → 개선 → 마무리

02

정의

/ 범위 — 자연 + 인공

01 · 자연

자연 비탈면

/ 산지 · 계곡 · 해안
/ 도로변 사면

02 · 인공

인공 비탈면

/ 축대 · 옹벽
/ 성토 · 절토 사면

03 · 행정적 정의

시행령

/ 자연 + 인공 통합
/ 주거지 인접 3 m 이내

정의의 확대

호우 패턴 — 주거지 확장

/ 호우 패턴 변화
/ 거주지 인접 사면
/ 노후 사면 누적

03

관련 법률

/ 법 체계 — 모법 + 종속 + 관련

모법

급경사지 재해예방에 관한 법률

/ 정의 · 관리 · 점비 / 시행 2013. 4. 23. / 주관 행안부

/ 3 종속 문서

시행령

/ 정의 범위 — 자연 + 인공
/ 관리 기준 · 관리기관
/ 정기점검 — 반기 1 회

시행규칙

/ 붕괴위험지역 절차
/ 관리 장목 · 기록 방식
/ 별지 서식 — 점검 기록

평가기준 고시

/ 등급 산정 — A 부터 E 까지
/ 평가 장목 · 절차
/ 최신 고시 — 2023-36 호

/ 4 관련법

01
자연재해대책법
/ 예방 · 응급 · 복구

02
산림보호법
/ 산림형 소관 사면

03
시설물 안전관리 특별법
/ 안전점검 · 진단

04
탄소중립 녹색성장 기본법
/ 기후위기 적응

04

관리 체계

/ 5개의 관리주체의 3단계 관리 체계

관리 주체

관리 주체별 역할

주체	업무
시장 · 군수 · 구청장	/ 정비 · 점검 · 통보
지방산림청 한국농어촌공사	/ 소관 사면 관리
행정안전부	/ 제도 · 평가기준 / 협의체 운영
산림청	/ 사면 · 산사태 관리
한국급경사지안전협회	/ 법 32조의 2 위탁 및 협의 / 안전관리 자문

관리 체계

단계별 관리

1.1 중앙
행안부 · 산림청 / 제도

1.2 광역
시 · 도 / 조정 · 협의

1.3 기초
시 · 군 · 구 / 점비 · 실행

협의체 역할

중앙 ↔ 기초 및 광역 중간 조율

/ 행정 담당자 워크숍
/ 사면 관리 및 운영

05

안전점검

/ 5단계 안전 등급

오산 고가도로 붕괴 참사(연합뉴스, 2025.7.16.)

안전등급

ABCDE

/ 양호 / 관찰 / 경부 / 위험 / 즉시

지침 절차

급경사지 재해예방에 관한 법률

/ 1단계 : 급경사지 안전점검
/ 2단계 : 재해위험도 평가
/ 3단계 : 주민 의견 수렴
/ 4단계 : 붕괴위험지역 지정 및 고시 요청
/ 5단계 : 사후 관리 및 점검

붕괴위험지역

D · E 단계

/ 즉시 지정 및 행정조치
/ 현장 통제 및 주민 대피
/ 추가 붕괴 방지를 위한 응급 조치 시행
/ 상시 모니터링 체계 가동 및 정밀 진단 실시

06

안전점검

/ 점검 4 종

평시 정기

정기안전점검

/ 보통 때 상태 확인
/ 반기 1회 이상

변화 관찰

정밀안전점검

/ A : 3년 주기
/ B · C : 2년 주기/ D · E : 매년 실시

측정과 시료

정밀안전진단

/ 측정 · 시료 · 장비
/ 결과 보고 · 보강 계획

호우 직후

응급 · 긴급

/ 호우 시 · 직후

해빙기 도로시설물 안전대책 합동점검(경기도, 2015.3.18.)

단계와 격동

평시 A → 변화 B
정밀 C → 호우 D

03 흐름

/ 5 단계 — 점검에서 보고까지

01

점검

/ 정기
/ 정밀
/ 응급

02

평가

/ 등급 산정
/ 주민 의견 수렴
/ 지정 고시 요청

03

보수·보강

/ 정비 사업
/ 우선순위
/ E · D 등급 우선

04

유지

/ 모니터링
/ 상시 계측 — 붕괴위험지역
/ 점검 — 반기 1 회

05

사후 검토

/ 정비 효과 평가
/ DB 등록 · 공개

붕괴위험지역 1차원 정밀 진단(안전신문, 2016.3.9.)

관리 사이클

점검 → 평가
보수·보강 → 유지
사후 검토 → 자료 공개

/ 단계별 주기 — 점검 반기 · 정밀 등급별
/ 사후 검토 — 정비 완료 후 실시
/ 자료 공개 — 통합 시스템 연계

현황

/ 등록 이후 풍경

토지 소유별

사유지 — 국·공유지

사유지
70.8%
2022 년 실태조사 기준

국 · 공유지
29.2%
2022 년 실태조사 기준

문제
등록 수는 늘었지만, 관리 깊이는 정체

등급별 이중

A 부터 E 까지

A B C D E

0 / 13.3 / 74.7 / 11.8 / 0.2 %

2022 년 실태조사 · 5,000 개소 — 지자체별 차이

현황

/ 사각지대 4

01 · 신규 비탈면

신규 비탈면

/ 개발로 비탈면 수 증가
/ 등록 시점 — 실태조사 발굴 시
/ 신규 건수 — 연 5,000 개소

02 · 사유지 안쪽

사유지 안쪽

/ 토지주 동의 대기
/ 진입 절차 — 관계인 동의 후 출입
/ 근거 조항 — 법 제 5 · 6 조

03 · 경계 영역

경계 영역

/ 책임 모호 — 도심 · 촌락
/ 인접 사면 — 연계 점검
/ 경계 정의 — 분할 기준 고시

04 · 노후 사면

노후 사면

/ 등록 · 축대 · 시간 누적
/ 점검 주기 — 매년 실시
/ 사후 항목 — 배수 · 배부름

광남 산청, 사면 붕괴로 인한 주거지 피해(네이트뉴스, 2025.7.20.)

가평 북면, 폭우로 인한 사면 붕괴 피해(내외경제TV, 2025.7.20.)

사례

/ 사례 3

급경사지 붕괴로 인한 통행 차단(뉴시스, 2024.2.28.)

폭우로 인한 옹벽 붕괴(합겨레, 2025.7.17.)

폭우로인한 산사태 피해 복구(거제시, 2026.8.17.)

사례 1

충주 군도 붕괴

/ 새벽 붕괴 — 도로 차단
/ 합동 진단 — 복구 계획
/ 정비 설계 — 진행 중

사례 2

오산 옹벽 붕괴

/ 사고 전날 — 지반 신고
/ 점검 후 조치 미흡
/ 특별점검 · 기준 개선

사례 3 · 진철

거제 산사태 복구

/ 반복 피해 — 관리 부
/ 800 mm 폭우 — 208 세대 대피
/ 응급복구 — 대피 연장

11

마무리

/ 개선안

01 · 제도

제도

/ 시행령 정신
/ 평가기준 강신
/ 협의체 제도화

02 · 재정

재정 · 인력

/ 정비 예산 분리
/ 사후관리 예산
/ 전담 인력 배치

03 · 데이터

데이터

/ 부처 데이터 통합
/ 공개 · 연계
/ 상시 경신 — 통합 시스템

04 · 소통

소통 · 신뢰

/ 주민 통보
/ 대피 동선
/ 점검 결과 주민 통보

05 · 협업

협업 및 제도화

/ 협의체 운영
/ 협회 · 지자체 연계

흐름

제도 → 재정 → 데이터 → 소통 → 협업

/ 출발 = 제도 / 운영 = 데이터 / 신뢰 = 소통 / 지속 = 협업

12

마무리

비탈면은 함께 보는 풍경

출처: 공주시 사곡면, 대풍으로 인한 급경사지 붕괴 피해(착) 및 복구후(우)(산림청, 2024.6.19.)

한국급경사지안전협회 - 최영남 팀장

정리

Q1 정비 후 비탈면은 누구의 몫인가

Q2 동의 없는 사유지에 어떻게 다가갈 것인가

Q3 다음 호우의 데이터는 어디에 남을 것인가

단계

정의 → 법률 → 주체
점검 → 현황 → 개선

4

기후적응을 위한 수생태 변화와 적응대책

한국수환경관리연구소 장창원 이사

지역 기후위기 적응을 위한 기반시설 개선 및 재해예방 전략 세미나

기후적응을 위한 수생태 변화와 적응대책

2026. 10. 20.

변한국수환경관리연구소
이사 장창원

충남연구원 세미나

PART 01 · 기후위기와 수생태계

02 / 23

기후위험 → 하천 4가지 변화

기온
수온 상승
여름 폭 ↑ · 동계 기온 ↑ · 산란기 이동

유량
홍수 · 갈수 진폭 확대
유출 속도 ↑ · 갈수기 장기화 · 건천화

하상
토사 교란
토사 유입 ↑ · 여울 · 웅덩이 약화 · 하도 변형

서식
수질 · 생물 누적 부담
외래종 · 부영양화 · 종구성 단순화

누적 압력
4가지 변화는 동시에, 상호 부담으로 작용 →

PART 01 · 기후위기와 수생태계

03 / 23

기후위험 × 수생태 영향

위험 / 영향	물리	수질 · 수문	생물 · 서식
집중호우	하상 교란 유속 · 전단력 ↑	토사 · 비점오염 유입량 ↑	서식처 훼손 도태 · 밀림
가뭄	유량 급감 단절 · 웅덩이 고립	수질 농축 온도 · DO 영향	서식처 단절 이동 · 산란 제약
폭염	수온 상승 스트레스	용존산소 감소 수온상승으로 산소요구량 증가	병충 · 폐사 이벤트성
복합	구조 약화 반복 노출	회복 지연 복원력 ↓	종구성 단순화 대체종 진입

독자영향과 상호작용 vs. 상호작용

단일 위험보다 **위험 × 위험의 곱** 이 회복력에 더 치명적!

PART 01 · 기후위기와 수생태계

04 / 23

건강성

수생태 건강성 = 기후적응역량

건강한 하천 · 습지는
그 자체로 적응 인프라다.

SHARED INFRASTRUCTURE

왜 중요한가

3가지 이유

누적 환경 변화의 X-ray
생물지표 — 단기 사건 너머의 누적 압력 포착

물순환 · 정화 · 완충
건강한 하천은 홍수저감 · 수질정화 · 여울 기능을 동시 수행

회복 = 공동편익
적응 · 재해예방 · 친수공간 — 한 번의 투자, 다중 효과

수생태 건강성은 지역 기후적응역량 연결

PART 02 · 모니터링과 기후취약성

05 / 23

모니터링 5대 지표

01
부착돌말
수질 장기 변화의 조기 지표

02
저서성 대형무척추
하상 · 수질 · 서식 안정성 반영

03
어류
연결성 · 종구성 · 장기 누적 표시

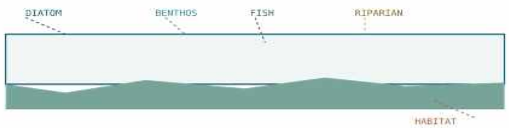
04
수변식생
완충 · 그림자 · 서식 입지

05
서식 · 수변환경
물리 · 수문 · 이용 압력

연계

단일 지표가 아니라, 여러 지표의 교차

수질 · 수문 관측과 함께 읽을 때 **관리 우선순위**로 전환



국립환경과학원 수생태 건강성 조사에서 운영하는 5개 항목

부착돌말 · 저서성대형무척추동물 · 어류 · 수변식생 · 서식환경 조사

PART 02 · 모니터링과 기후취약성

06 / 23

공간 차이 - 상 · 중 · 하류

상류 — 산지성
유속 높음 · 수질 양호
교란 민감 · 냉수성·유수성 생물의 주요 서식공간

중류 — 전이대
서식 다양 · 압력 집중
도시 · 농업과 인접

하류 · 하구
퇴적 · 정체 · 농축
취약성 누적 · 농도 ↑

동일한 하천 안에서도 **구간별로 취약성 유형 다름**

지점 평균이 아니라 구간별 차등 진단이 필요.

PART 02 · 모니터링과 기후취약성

07 / 23

시간 차이 고려

핵심

장기 시계열이 단년 사건을 판독

단년	사건 단서	1년
패턴	반복 노출	3-5년
추세	구조적 변화	10년+

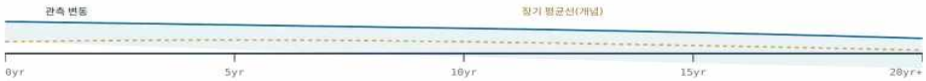
제한

장기 변화로 단정하면 안 된다 – 자료 부족 구간이 존재.

단정보다 "모니터링 기간의 한계"를 먼저 짚어야…

가로 누적선

시간축 1

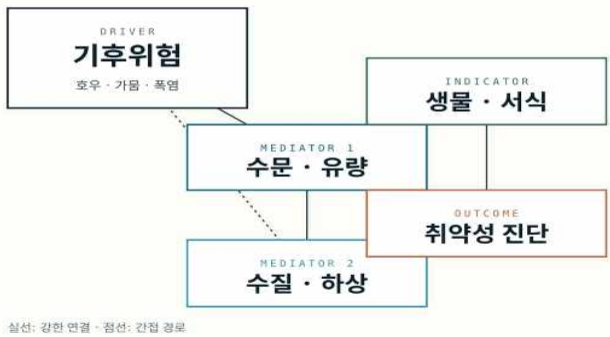


PART 02 · 모니터링과 기후취약성

08 / 23

기후 · 수문 · 수질 · 생물

단일 요인이 아닌 **네 개의 망**을 고려



실선: 강한 연결 · 점선: 간접 경로

주의

기후 ≠ 단독요인

토지이용 · 오염

기후위험과 별개로 항상 작동하는 압력

통합 분석 필요

단일 자료 → 다중 자료로 읽는 방식 전환

기상 · 수문 · 수질 · 수생태를 별도 자료로 두지 않고
한 진단 안에 겹쳐 읽을 수 있어야…

PART 02 · 모니터링과 기후취약성

09 / 23

기후취약성 4대 신호

SIGNAL 01

건천화 · 갈수

갈수기 유량 부족
저하천 단절

SIGNAL 02

수온 임계 초과

특정 어류 · 무척추
임계치 반복 노출

SIGNAL 03

하도 교란 후 회복 지연

집중호우 이후
회복 사이클 길어짐

SIGNAL 04

연결성 단절

횡적 · 종적 차단
어류 이동 · 산란 제약

취약성 = 신호의 누적

4가지 신호가 함께 보일 때,
복합 취약성이 높을 수 있어 정밀진단 필요

PART 02 · 모니터링과 기후취약성

10 / 23

조사 → 정책

STAGE 01

01

조사 평가

생물 · 수질 · 수문 · 서식환경 자료 통합

→

STAGE 02

02

원인 진단

구간 · 시기 · 종별로 어디서 왜 취약한지

→

STAGE 03

03

우선순위 사업화

관리구간 설정
기후취약성 × 사업 매핑

조사에서 정책으로…

모니터링의 목적은 조사 자체가 아니라,
적응정책의 의사결정 지원

PART 03 · 강원도 사례

11 / 23

강원 - 산지 · 동해안 · 습지

출처 : 한국관광공사

내륙 산지

급경사 · 단유로

집중호우 · 토사유출에 민감
상류 어류 · 양서류 핵심 서식

동해안

짧은 유로 · 직류

강우 직반응 · 폭우 시 첨두 유량
하구 · 석호 · 연안 연결성

호소 · 습지

정체 · 정수

수질 농축 · 종구성 취약
완충 · 친수공간 잠재력

강원 안의 세 하천 유형

기후위험의 종류와 강도가 구간별로 다름

강원 사례를 충남에 적용할 경우 고려사항

PART 03 · 강원도 사례

CASE 01

01

12 / 23

강원연구원

물환경 통합관리 연구

방향성 · 일반화

물환경 자료의 통합관리

축 1

수집

도 · 시군 자료·용역 결과 통합

축 2

관리 · 공유

플랫폼화 · 로드맵(안)

축 3

활용

AI 시범 분석
기후취약성 진단 연결

충남 시사점

자료의 통합관리 없이는
기후취약성 통합진단도 출발점을 찾을 수 없음

PART 03 · 강원도 사례

13 / 23

CASE 02

02

경포호 · 가시연습지

습지복원의 장기 사업

배경	사업	목표
농경지 개간 훼손	**2006년 ~ 약 7년**	**습지 기능 회복**
1970년대 이후 습지 훼손	생태하천복원사업	서식처 + 복합 기능

시사점

하구 · 습지 · 저류공간의
장기 거버넌스 사례

한계

정량 효과 · 거버넌스 책임기관
원문 미확인 · 추정 단정 금지

충남의 **하구 · 도심습지 · 저류공간** 관리에
적용 가능한 **관리·운영 방식**의 시사.

PART 03 · 강원도 사례

14 / 23

CASE 03

03

태백 황지천

도심하천 복원 · 낙동강 발원지

사업 구간

840m

낙동강 발원지 황지 일대
복개·매입 구간 포함

착공 **2017년**	**2017**
총사업비 **건물 34동 매입**	**370억**
사후관리 **완료 후 5년 모니터링**	**5년**

한계

사후모니터링 결과는 **원문 미확인 · 정량 단정 금지.**
사업계획의 기대효과와 실측 성과는 구분해 인용

PART 03 · 강원도 사례

15 / 23

CASE 04

04

기후위험 대응형 하천 관리

확인된 자료가 적어, **개념 차원 + 정책 제안** 으로 정리

A · 확인 자료 한정

일반 원칙 수준
기술지침 · 학술 다수

- 수변 완충녹지 · 생태공원 확장
- 하도 · 홍수터 관리 일반 원칙
- 특정 강원 사업으로 단정하지 않음

B · 정책 제안 차원

NbS 재해 후 복원
4가지 적용 방향

- 호우 후 하도 복구와 생태동시
- 수변 완충공간 확보
- 서식처 회복과 연결성
- 모니터링과 사후평가 결합

사례 부족 영역은 **"개념 차원"**으로 명시,
실증된 효과로 포장 금지

PART 04 · 충남 적용을 위한 시사점

16 / 23

강원 4사례의 충남 적용 방향

사례	핵심 기법	충남 적용 분야	고려사항
물환경 DB	자료 통합 · 플랫폼화 AI 시범분석	기후취약성 통합진단 위험지도 데이터베이스	도 · 시군 자료 비균질 · 표준화 비용 가산
경포 · 가시연	장기 습지복원 탐방 · 해설 거버넌스	하구 · 도심습지 친수 · 저류공간 운영	홍수저감 효과 등은 정량 단정하지 않음
황지천	도심하천 복개 해체 5년 사후모니터링	도심하천 · 훼손하천 연결성 회복사업	사후 성과 원문 미확인 사업비 · 일정 차이 큼
기후대응형	호우 후 복구 · NbS 완충 · 서식처 회복	재해 후 복원 지침 완충공간 시범구간	구체 사례 부족 정책 제안 차원에서 적용

충남형 전환을 위한 3가지 조건

01 지형 · 유역 차이를 먼저 분류

02 시설보다 관리체계 · 조사방법을 우선 이전

03 강원 성과를 충남 성과로 단정하지 않음

PART 05 · 충남 정책 · 사업 제안

17 / 23

충남 - 3종류의 하천과 도전

도심하천

도심 통과 · 복개

· 단절 · 콘크리트화
· 하수 · 비점오염
· 생태적 단절 심함

농촌하천

농경지 인접 · 취락

· 토지이용 변화 복합
· 건천화 위험 누적
· 관리 주체 분산

하구 · 습지

서해안 · 정체

· 간척 · 매립 압력
· 해수면 · 염분 영향
· 친수 잠재력 보유

강원과 다른 점

저지대 · 농경지 비율 ↑ · 도심하천 비중 ↑
경사도 완만 · 농경 인접 압력 큼

정책 비전

기후위험에 강하고
생태적으로 건강한 충남의 하천

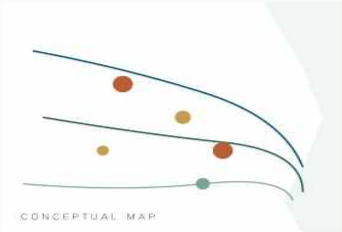
PART 05 · 충남 정책 · 사업 제안

18 / 23

제 안

01

통합 모니터링 +
기후취약성 위험지도



KEY · 수집
기존 자료 + 신규 진단

KEY · 진단
기후위험 × 생태취약성

KEY · 도구
GIS 위험지도

OUTPUT
우선순위 · 시범하천 선정

연계
강원 DB 통합관리 시사점 반영

모니터링의 결과를 **읽을 수 있는 지도**로 전환하고,
다음 사업의 우선순위 입력으로 사용

제안 02

기후적응형
생태하천 복원 시범

기존 복원에 **기후적응 목표**를 추가

A
생태호안 · 연결성
종적·횡적 단절 구간 우선 해체

B
홍수안전 + 생태
치수와 생태기능 동시 고려

C
사전 · 사후 모니터링
보수평가 → 다음 사업 학습 입력

D
강원 시사점 반영
황지천 등 도심하천 사례의 운영방식 참조

제안 03

가뭄 · 폭염
서식처 회복

농촌 소하천 중심의 시범 검토

핵심 1	**갈수기 유량 부족 건천화 위험구간**	저하천 · 보 설치 하천 단절 구간 우선 조사	DROUGHT
핵심 2	**수온 취약 구간 서식처 관리**	수변 그림자 · 식생 도입 검토	HEAT
핵심 3	**식생 · 연결성 회복**	종적 단절 해체 · 산란 입지	HABITAT

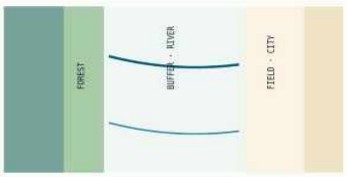
주의
생태적 유량관리 ↔ 수자원 이용
균형의 협상 구조 필요

PART 05 · 충남 정책 · 사업 제안

제 안

04

수변 완충공간
생태적 재해예방



INPUT 차단

토사 · 비점오염

집중호우 시 유입 저감
완충식생 운영

저류 · 홍수

생태적 공간

홍수 완충 · 친수 활용
저류공간 확보

통합관리

하천 × 농경 · 도시

경계 없는 계획구역
치수 · 공간 · 관리 동시

강릉 경포호 습지복원의 **관리 운영방식**을 참조하되,
충남 도심 · 농경 인접 구간에서 재해예방으로 수정 적용 필요

PART 05 · 충남형 수생태 기반 기후적응

충남형 로드맵

PHASE
단기
1-2년
· 자료 통합
· 기후취약성 진단
· 시범구간 후보 발굴

PHASE
중기
3-5년
· 시범사업 추진
· 모니터링 기반 평가
· 사업 표준안 도출

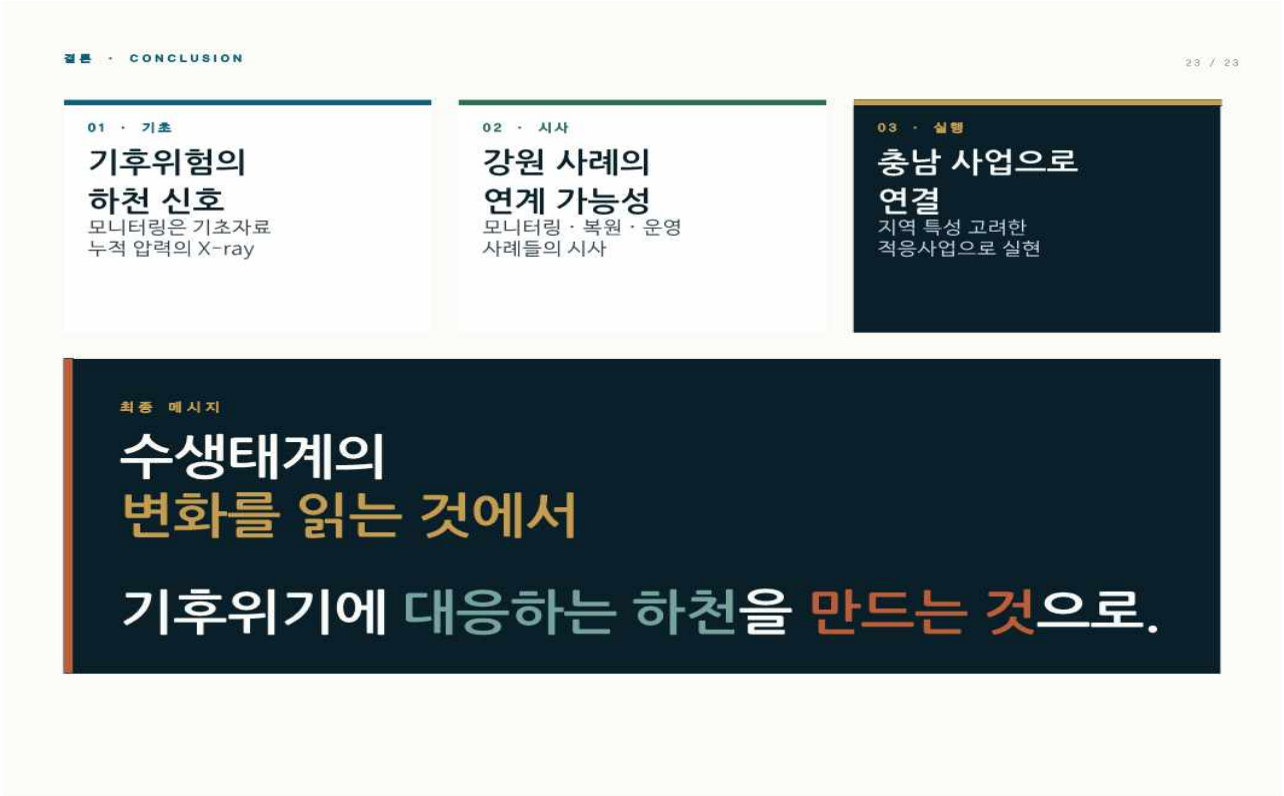
PHASE
장기
5년+
· 사업 확산
· 관리체계 정착
· 기존사업 고도화

역할 분담

주체	역할
충청남도	정책 총괄 · 예산 · 적응대책 연계
시 · 군	현장 사업 · 모니터링 · 주민 소통
관계기관	환경부 · 국립환경과학원 · 유역청 협의
연구기관	모니터링 분석 · 사업 평가 · 표준화

성과 지표(예시)
· 생태건강성 변화 추세
· 취약구간 길이
· 시범구간 수
· 관리체계 정착도

신규사업 + 기존사업 고도화를 구분해,
충청남도 기후위기 적응대책과 연계 추진


결론 · CONCLUSION
23 / 23
01 · 기초
기후위험의
하천 신호
모니터링은 기초자료
누적 압력의 X-ray
02 · 시사
강원 사례의
연계 가능성
모니터링 · 복원 · 운영
사례들의 시사
03 · 실행
충남 사업으로
연결
지역 특성 고려한
적응사업으로 실현
최종 메시지
수생태계의
변화를 읽는 것에서
기후위기에 대응하는 하천을 만드는 것으로.