

[‘지하수 환경영향평가’ 1차시 강의자료]

지하수 환경영향평가 (사이버환경정책교육원 강의자료)

- 1주차 -

이 정 호



'지하수'분야 환경평가 절차





1. 개발 사업에서 ‘지하수 수자원’의 위치

◆ 개발 사업에 따른 환경영향

- 자연환경을 인위적으로 변화시키는 개발사업은 어떠한 경로를 통하여서든 현존 자연환경의 악화를 야기함
- 개발사업에 지하수 수자원의 이용이 연관되어 있을 경우
 - ⇒ 현행 지하수 수량-수질 관리 관련 규제 적용
 - ⇒ 지하수 개발에 따른 영향을 사전에 평가함

◆ 지하수 수자원의 이용에 대한 영향

- 현행 환경부의 ‘사전환경성 검토제도’ 및 ‘환경영향평가’ 제도 활용
: 개발에 따른 지하수원 영향의 예측 및 평가, 또는 확대된 지하수 관리계획을 제시



2. 지하수 수자원의 평가 : 환경영향평가

◆ 환경영향평가에서 지하수 분야 Issue화

- 각종 국책사업의 환경분쟁
 - : 경부고속철도 13-3 및 13-4공구(천성산 원효터널)
 - : 서울외곽순환고속도로 사패산터널 구간
 - : 한탄강댐 및 화북댐 건설사업
- 수자원으로서의 역할 점차 증대
 - : 향후 농촌지역 간이상수도의 취수원으로 지하수원이 사용이 증대될 예정
 - : 도시 지역에서의 지하수는 수자원 이상의 기능을 발휘
 - ⇒ 우수의 지하 침투를 통한 도시하부 지반 내구성 증진 및 향상성 유지
 - ⇒ 지반 침하 위험성 감소
 - ⇒ 기저 유출에 따른 도심 수계 수량 증진
 - ⇒ 공공시설의 음용수원, 재난시 비상급수원으로 직접 이용 가능



◆ 현행 지하수 환경 영향평가의 문제점

- 영향이 가시적이지 않음 → 환경영향 저감 및 사후관리에 대한 guarantee를 보장 못함
- 확실한 결론을 제공할 수 있는 관련 전문가 pool 부재
- 지하수 관련 행정 절차에 대한 인식 부족
- 지하수원의 이용 및 보전 측면에서의 국민 인식 부족

◆ 향후 전망

- 일반 SOC 사업(도로, 철도 등) 위주의 평가에서 개발사업(단지, 체육시설, 매립시설, 위락단지 등)으로 평가범위 확대 및 평가량 증가 추세
- 하천정비 및 수생태복원사업, 자원개발사업 등으로 확대



3. 지하수 분야의 환경영향평가 과정

- 관련법 및 규정
 - 통합영향평가법 내 대상사업 중 지하수 영향평가 관련 사업
 - : 도로 및 철도건설사업 → 터널 굴착이 계획되어 있는 경우
 - : 유류저장시설 건설사업 (산업단지 또는 에너지시설)
 - : 위락 및 체육시설 조성사업 (골프장)
 - : 폐기물처리시설 조성사업 (매립장)
 - : 단지조성사업
 - 토지이용계획 내 매립장 또는 유류저장이 계획된 경우
 - 하천 및 수변공원 등 수생태계 조성이 계획되어 있는 도시개발
 - : 하천정비 및 하천골재채취사업
 - 기타 관련 법 조항
 - : 지하수법 7조 1항 (지하수 개발, 이용의 허가)
 - : 기타 관련 법 (온천법 제8조 1항, 폐촉법, 하천법 등...)



■ 사업계획 수립 및 공사시-운영시 지하수 영향 추출

- 기본 개념

: 사업 예정 지구 인근 생활용 및 농업용 지하수 관정 분포 현황 (지하수 수 자원이 주요 용수공급원인 지역)

→ 사업 시행시 지하수원 영향 및 용수 이용 영향 예측

: 사업 예정 지역 내 지하수보전구역 존재 (ex. 제주도)

: 용수공급원으로 중요성이 높은 지역 (ex. 제주도, 도서지역, 광역상수도 공급 불가 지역)

: 오염취약성이 높은 경우



■ 실제 평가 진행 : 지하수 분야

- 사전환경성검토 단계(입지 적정성, 부문별 계획 적정성)

: 도로, 철도, 단지, 처리시설 조성

→ 사업지구 내 지하수보전구역 유무 확인

→ 용수이용계획 및 지형분포 검토 (지하수 유출 및 오염취약 지형 구배 파악)

→ 사업지구 내 지하수 오염 가능 오염원(ex. 지하유류저장시설, 송유관, 폐광산 등) 확인 및 철거-존치 여부 파악

→ 현황 종합 및 정성적인 영향 예측

→ 영향여부 판단 및 부문별 계획 수정



■ 실제 평가 진행 : 지하수 분야

- 사전환경성검토 단계(입지 적정성, 부문별 계획 적정성)

: 체육시설 조성(골프장)

→ 용수이용계획 중 지하수 이용 부분 확인

→ 대체용수원 확보계획 수립

... 물수지 분석을 통한 저류용수 및 오수처리수 재활용량 산정

... 단위살수량 및 부족 용수량 적정 산정

... 우수이용시설 용량 확인

→ 용수부족분을 지하수로 충당할 경우($300\text{m}^3/\text{일}$ 이상)

... 집수유역 산정 및 수문자료를 이용한 지하수 함양량 산정

... 지형구배 및 수계분포 확인

... 주변 토지이용 이력 및 지하수 사용현황 조사

... 신규 지하수 관정 개발 지점 선정 (기존 관정에서 최대한 이격)

... 다개공 소량 채취 방식 적용. 공당 이격거리 600m 이상



■ 실제 평가 진행 : 지하수 분야

- 환경영향평가 단계

: 지하수질 측정결과 확인 → 수질기준 초과 여부

: 토지이용 이력 확인 및 그에 따른 지하수 오염 종류 예측

→ 철거 지장물 (축사, 노후주택 및 근생시설, 공장시설 등...)

→ 지하수오염유발시설의 철거 (주유소, 송유관, 기타 유해화학물질 지하저장 여부)

→ 불법 폐기물 매립 여부

: 사업지구 내 지하수 사용현황 확인

→ 계획노선으로부터의 이격거리 및 신규 관정 중심으로 반경 300m 이내에 지하수 관정 분포 현황 확인

: 용수공급계획 확인



■ 실제 평가 진행 : 지하수 분야

- 환경영향평가 단계

: 시추공 지하수위 분포 확인

: 공사시 및 운영시 인근 지역 지하수 이용 영향 또는 지하수 오염 여부 예측 및 저감방안 수립

→ 지하수유동모델링에 의한 영향 범위 및 오염범위 정량적 산정
(MODFLOW, MAFIC, FEFLOW, SEEP/w, WHPA, MWCAP....)

→ 오염지하수 정화, 폐공 처리 등의 저감방안 수립

: 환경영향조사계획 수립

→ 터널 유출량 매일 확인

→ 지하수 모니터링공 설치 및 주기적 수질-지하수위 점검

→ 문제 발생시 복원 대책

실제 평가 사례

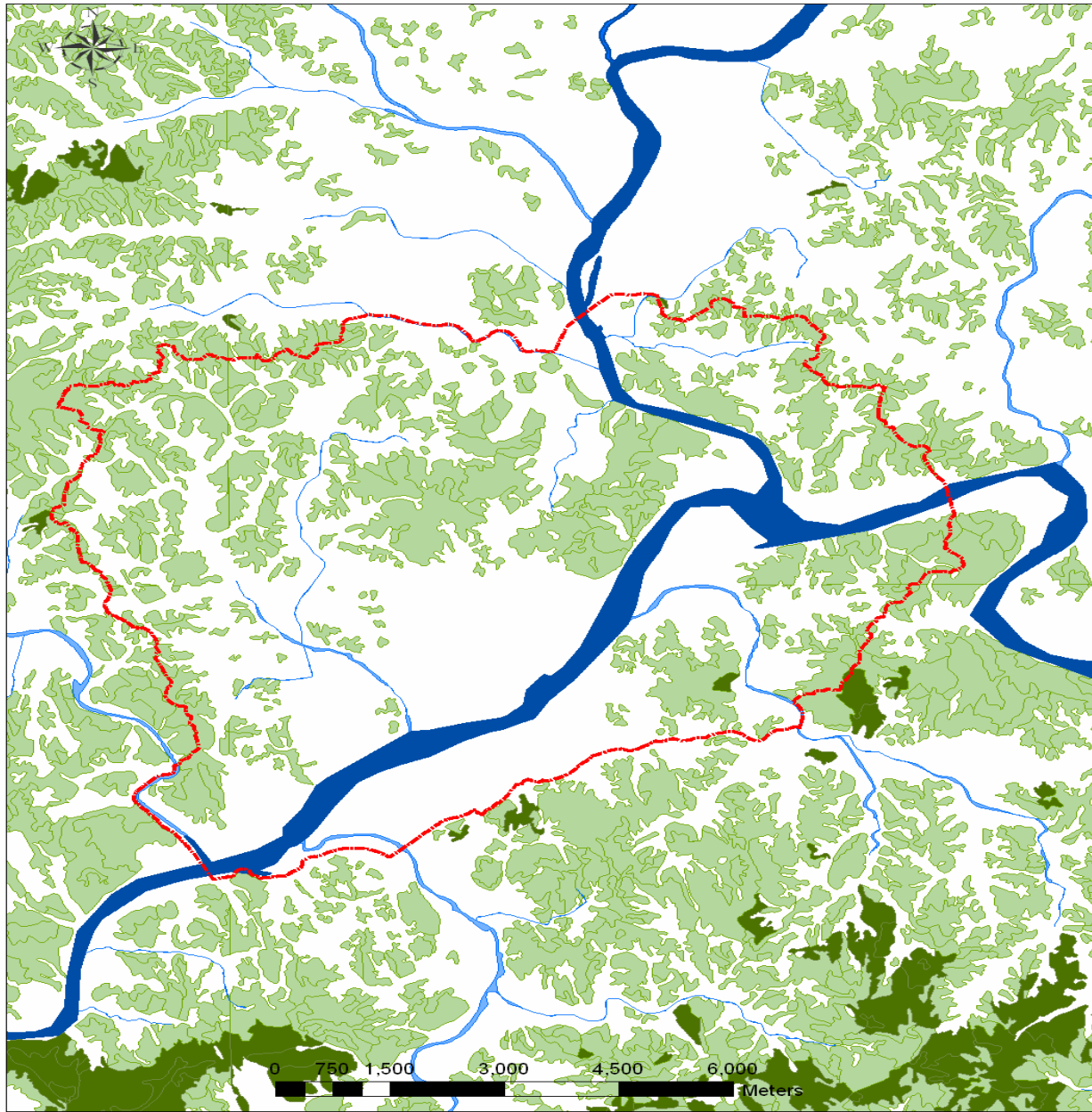




1. 행정복합중심도시 건설(사전환경성검토)

■ 사업 개요

- 위치 : 충청남도 공주시 연기군 일대 행정복합중심도시 예정부지
- 면적 : 73,140,000m²
- 환경 목표
 - : 생태친화적 혁신도시 건설 → 현행 녹지지역의 원형보전 원칙 준수
 - : 자연친화적 Blue-Green 네트워크 조성 → 금강 및 미호천 수환경과 도시 시설과의 조화
 - : 현존하는 환경 영향을 사전에 고려한 도시 건설 →
- 진행 경과
 - : 도시 기본계획 수립 T/F 운영중
 - : 현재 KEI에서 사전환경성검토서 작성을 위한 연구 수행중
 - : 도시 기본 계획 설계 국제 공모 중



**행정중심복합도시
사전환경성 검토연구**

하천 및 녹지의 연계

<분석과정>

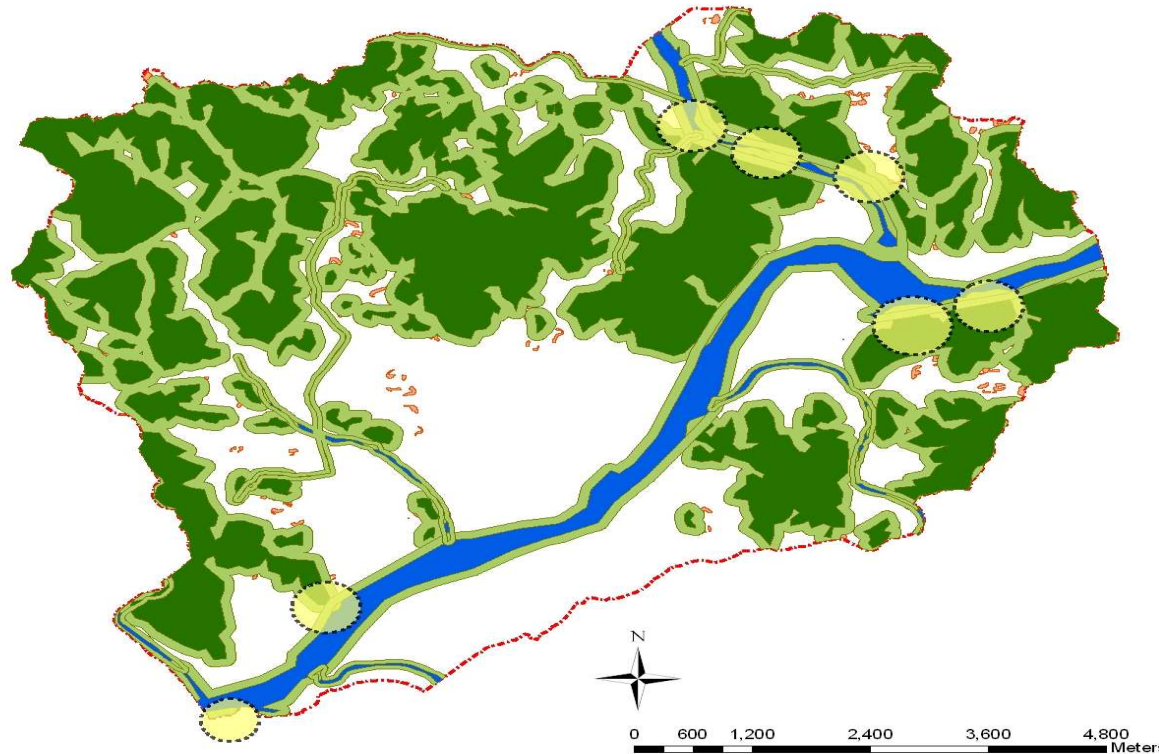
1. 생태자연도와 국가하천,
지방 1급, 지방 2급하천을
기본으로 분석

※ 면적은 수치지도를
기준으로 분석한 것이므로,
실제와 다소 차이가 있음.

※ 월산산업단지 내 하천은
도면상 표시되어 있으나,
실제 현장에서는 확인
되지 않았음.



**행정중심복합도시
사전환경성 검토연구**



Legend

- 생태거점
- 개발불능지
- 조건부개발지
- 면적_10,000이하(제거부분)
- 대상지내 하천
- 예정지역

<분석과정>

1. 과거 Patch Analysis 결과 사용(녹지 patch 현황도)
2. 개발가능지 분석 기준 설정
 - 2.1. 개발불가능지지역
: 패치면적이 10,000 m² 이상인 지역
 - 2.2. 조건부개발지역
 - ① 개발불가능지지역의 경계에서 100m 이내 지역
 - ② 하천
 - 국가하천 양안경계에서 100m 이내
 - 지방1,2급하천 양안 경계에서 50m 이내 지역
 - ③ 기타(추후 분석예정)
 - 2.3. 개발가능지
: 그 외의 지역

<분석결과>

- ◆ 대상지 전체면적 -73,140,000 m²
- ◆ 개발불능지전체면적 -25,391,883 m²(34.72%)
- ◆ 조건부개발지 면적 -22,385,961 m²(30.60%)
- ◆ 개발가능지 면적 21,003,784 m²(28.72%)
- ◆ 대상지내 하천 면적 -4,358,372 m²



■ 행정복합중심도시의 지하수관리 계획

- 도시 내 전체 용수 공급량의 10~15%를 지하수로 이용 계획
- 도시 전체 시각에서의 할 지하수 관리
 - : 도시 내 지하수 오염 유발 시설 규제
 - 계획 단계에서부터 엄격한 입지 제한조건
 - 시설 공사시 및 운영시 구체적인 지하수 수질 모니터링 계획을 수립
 - : 도시 북측 산악지역의 원형 보전 (강우 집수 구역으로서의 기능)
 - 가급적 원형보전 또는 심도있는 녹화사업
 - 강우 집수 기능 및 그에 따른 지하수 함양능력을 배가



- 개발에 따른 지하수 관리 계획
- : 산악지역 남부 ~ 금강 북쪽 양안 일대 (집중 개발 지역)
 - 도시 내 도로 및 인도 : 강우의 투수효율이 가장 우수한 최신 재료 포설
 - 건축물 입지 미계획 대지 : 불투수성 포장을 최소화하고, 자연 토양층을 그대로 살려 강우 지하 침투 능력을 향상
- : 도시 내 지하공간의 조성 지양
 - 도시 내 지하공간은 터널 굴착과 동일 효과 : 도시 지반 내 함유 지하수의 유출 증가를 야기
 - 지하 2층 이상의 주차장 공간 조성, 근생시설 및 보행용 장대 지하도 조성
 - : 계획 단계에서 설치에 대한 행정적 규제를 심화하거나 구체적인 유출 지하수 관리계획을 우선 수립
 - 도시 내 지하교통수단 건설 억제



: 신규 하수관거의 설치 및 유지관리 계획시 지하수 오염 관리 고려

→ 대도시 지하수 오염의 주된 원인 : 오수 및 하수관거의 노후화 및 관로 연결의 불규칙으로 인한 지반 내로의 오수 누수

→ 강내구성 관거 사용, 관로의 직선화, 이음새 정기 점검 회수 증가 및 누수 자동 감지 및 모니터링 전산시스템 구축, 누수 오염 지하수의 정화

: 지하수의 이용 및 개발 제한

→ 도시 내 수계의 양안을 기준으로 이격거리 300m 이내의 구간을 지하수보전구역으로 설정, 공공급수 및 민방위, 소방급수용 지하수 개발을 제외한 모든 지하수 개발을 엄격히 제한

→ 도시 내 지하수보전구역 이외의 지역에서의 지하수 개발 : 개발예정량에 상관없이 모든 굴착 관정에 관한 자료를 해당 관청에 신고

→ 대규모 지하수 사용 업장(대중목욕탕, 수영장 등) : 지속적인 수량 및 지하수위, 지하수질 모니터링을 실시하여, 과도한 지하수 사용을 지양



- 기타 고려 가능한 행복도시 내 지하수 관리계획

- : 재난시 비상용 급수전, 민방위 및 소방용 급수전의 지속적인 수질 관리 계획을 수립
- : 강변여과수 활용 방안을 행복도시 상수도 계획에 포함
 - 도시 내 수계 양안에 발달한 충적층 범람원은 강변여과 장치를 이용한 강변여과수 취수에 대해 최적의 입지적 조건
 - 자연적 정수처리된 청정한 용수의 경제적인 확보 차원에서 강변여과수 활용 상수도 계획을 적극 검토
- : 차집 우수의 잉여 용수원 개념 도입, 충분한 활용 계획 수립
 - 최첨단의 우수집수시설 설치 : 불투수성 포장률이 높은 도시 중앙부 시가화 지역의 건축물에 대해서 의무적으로 우수 집수 및 이용시설을 설치, 집수 우수의 활용을 적극 권장
 - 제도적인 보장 : 우수 재이용률이 높은 개별 사업장이나 공공기관에 대해 각종 세제 혜택 제공, 우수 재활용률 증가 검토



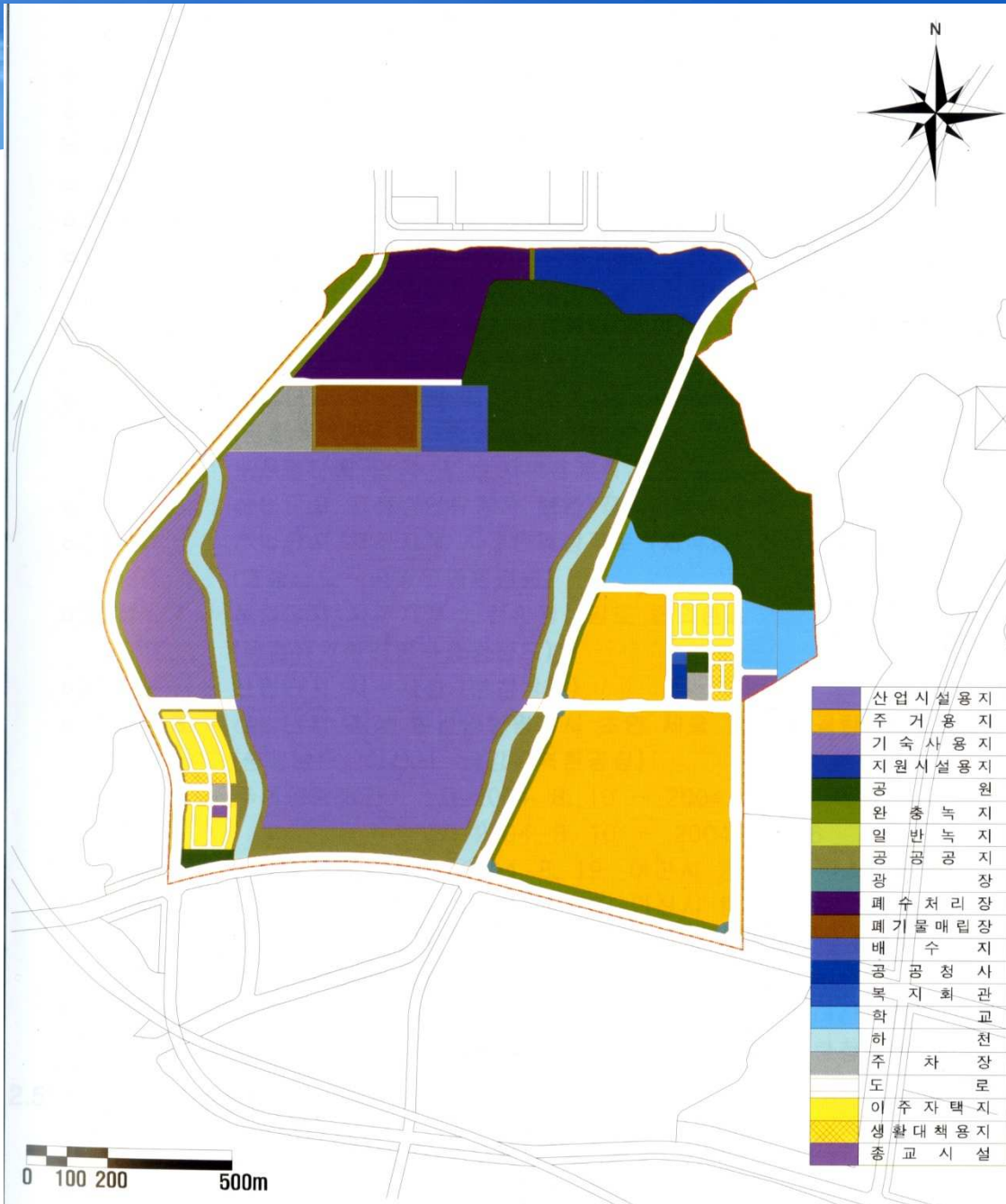
2. 탕정 제2일반지방산업단지 조성사업

- 사업 개요
 - 위치 : 충청남도 아산시 탕정면 갈산리, 명암리 및 용두리 일대
 - 면적 : 2,113,759m²
 - 사업 목적
 - : 차세대 LCD 제품 생산시설 조성
 - : 인근 유사제품 제조 단지와의 통합 및 연계 편의 제공
 - : 천안-아산 일대 조성중인 대규모 택지개발 사업과의 운영 연계
 - 진행 경과 : 환경영향평가 협의 완료



- 지하수 환경적 측면에서의 환경영향
 - 지하수의 용수 사용 계획 없음
 - 단지 북측에 순매립면적 24,384m² 규모의 매립장이 설치될 예정
: 매립장 운영시 침출수가 누출 될 경우, 북고남저라는 사업지구 지형적 특징으로 인해 사업지구 남측 경부 외곽 농경지 및 용두천, 곡교천으로 오염물질이 지하 대수층을 따라 확산될 가능성이 제기 위치 : 충청남도
 - 단지 남서측 기존 주유시설에서 토양 내 TPH가 8,000ppm 이상인 유류 오염지역 발견

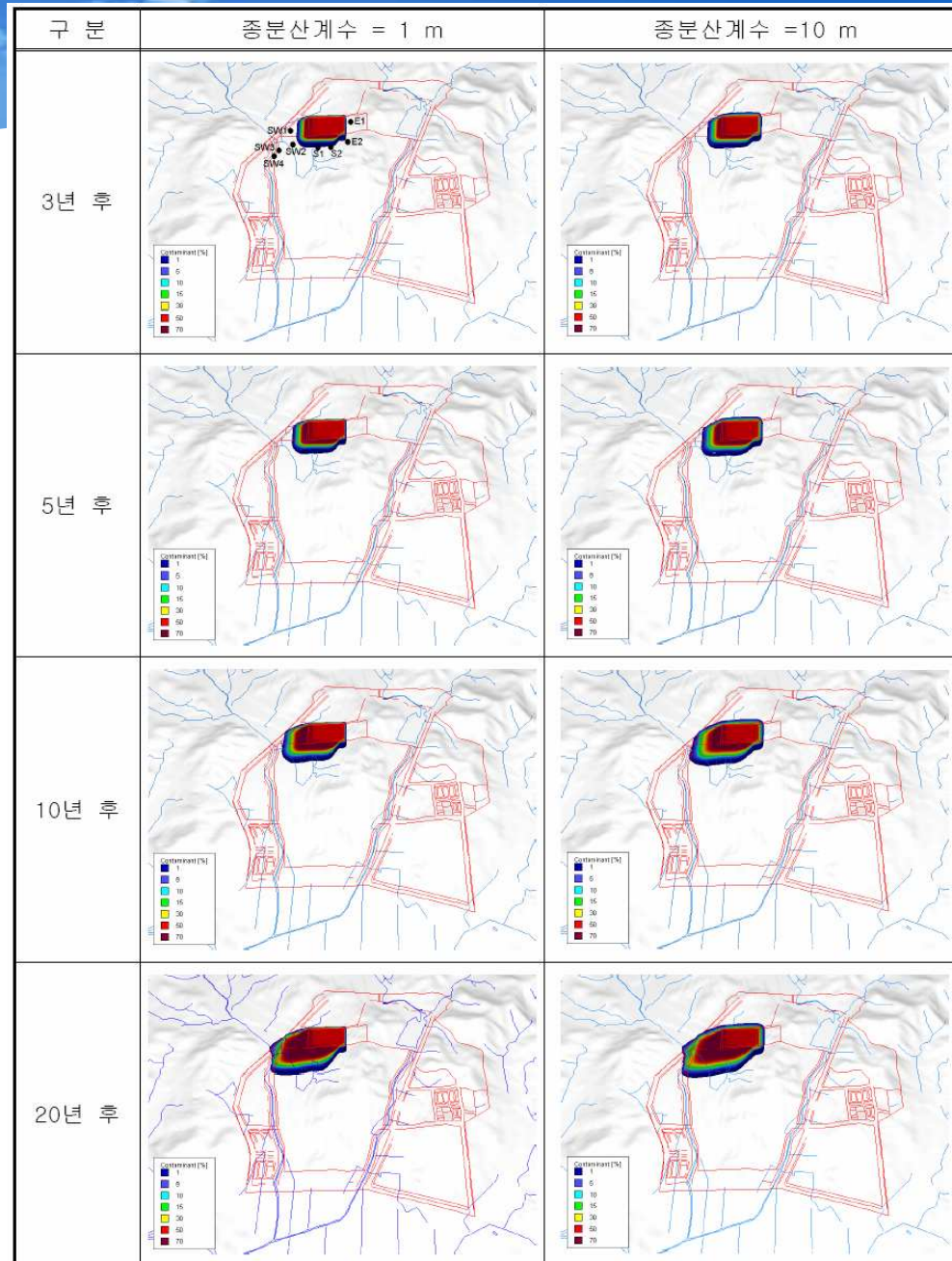
- 검토 의견 제시
 - 유류오염된 주유소 일대 토양은 정밀 조사 후 복원 제시
 - 폐기물매립장 부지에 대한 오염 침출수 지하수 유동모델링 제시

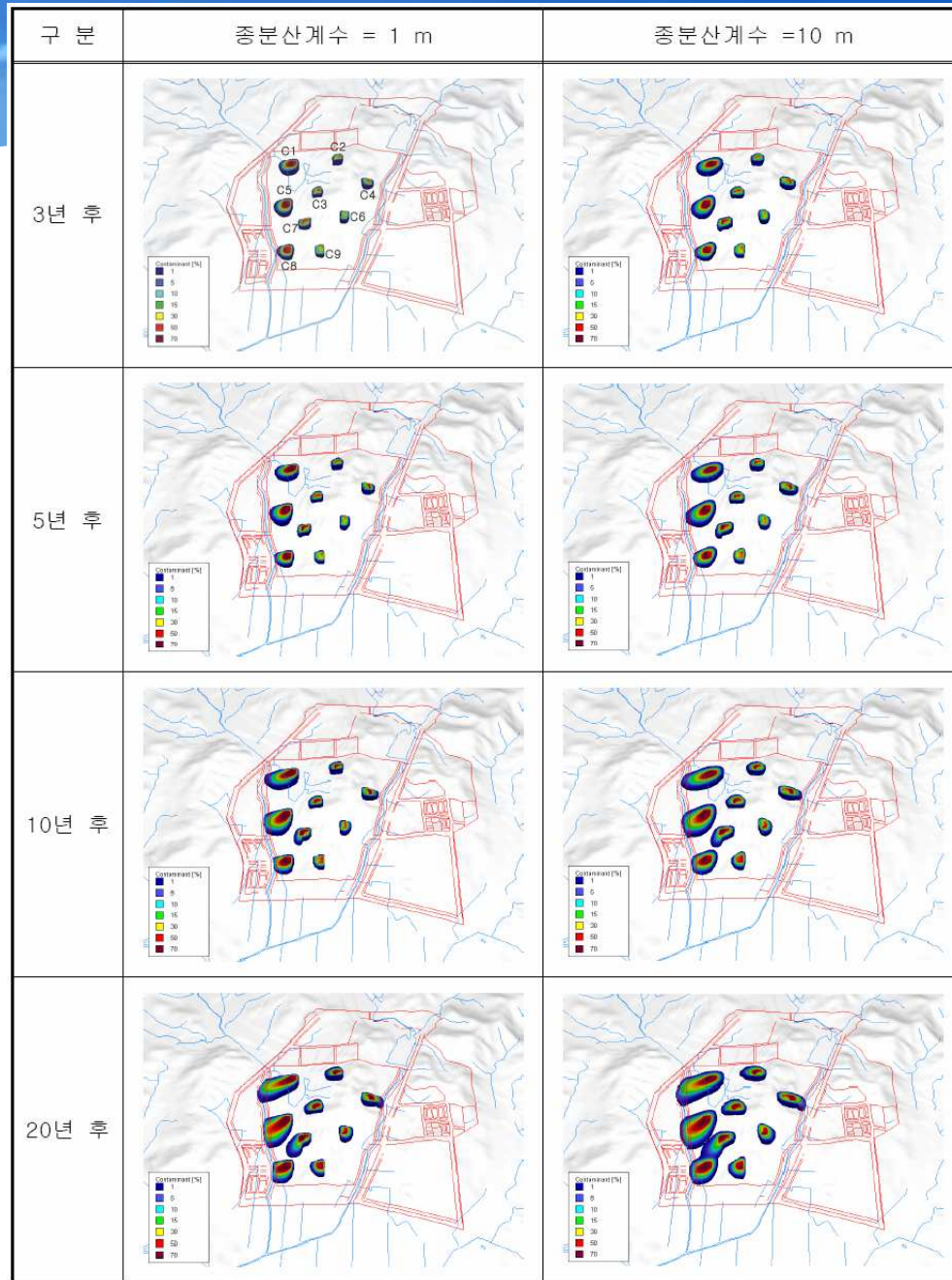




■ 평가 결과

- 유류오염 토양은 환경영향평가 이전에 복원 및 모니터링 기 실시중
- 폐기물매립장에 대해서는 침출수 누출을 가정한 오염물질 대수층 이동 지하수모델링을 지형 구배, 지하수위 분포, 시간에 따른 부정류 흐름 등을 적용하여 비교적 적절하게 수행
- 사업지구 공장시설 운영시 유해물질 유출 가능성을 대비한 지하수 모델링을 사업지구 내 9개 지점을 선정하여 동시에 실시







- 관리 계획
 - 예측 결과에 따라 침출수 누출 감시정을 관련법 규정보다 추가 설치 및 감시기간 연장
 - 감시정의 위치 역시 지하수 흐름 방향에 따라 일정 간격으로 배치
 - 공장시설 운영시 오염물질 동시다발적 누출 방지를 위해 최첨단 바닥재 차수재 설치
 - 향후 동일 규모의 매립장이 포함된 산업단지 환경영향평가지 지하수 관리 및 평가에 관한 모든 과정을 벤치마킹할 수 있는 충분한 프로토콜



◆ 최선의 지하수 수자원 보전 계획

- 아무런 개발 없이 자연 그대로 내버려두는 것
- 따라서, 개발사업시 지하수 수자원은 가급적 개발 및 이용을 지양하도록 하여야 함
- 지하수 개발을 위한 관정의 천공부터 지하수의 오염은 시작되며, 수질관리 업무만 가중됨

◆ 지하수 수자원 이용 제한

- 현행 제도를 최대한 적용할 수 있는 최적의 지하수 수량 및 수질관리 계획, 지하수 오염시 책임을 개발자로부터 사업 초기부터 약속받아야 함
- 지하수에 대한 일반 국민의 인식이 부족함 : 지하수 개발 및 이용사업자에 대한 정기적인 지하수 관련 교육 필요
- 오염 원인자에 대한 처벌 대폭 강화