

(주)에코필 회사 및 기술소개

2018

ECOPhile
ECOPHILE CO., LTD.



목 차

1. 회 사 소 개	01
2. 핵 심 경 쟁 력	11
3. 토 양 정 화 공 정	20
4. 토 양 정 화 실 적	32
5. 문 제 해 결 (T S)	46
6. 해 외 실 적	60

제1장 회사소개

- 회사현황
- 회사연혁
- 조직도
- CEO소개
- 토양정화센터
- 특허



기업명

(주)에코필 (Ecophile Co., Ltd.)

설립일자

2000년 3월 22일

자본금

2,232,339,500원

Homepage

<http://www.ecophile.com>

업종

토양/지하수오염정화, 수처리, 광해방지 등

보유기술

(유류)저농도-생물학적정화기술, 고농도-하이브리드 열탈착기술
(중금속)토양세척+전기역학적 정화 결합기술



분야	명칭	번호	발행처	등록일자
토양	토양정화업	2005-4호	경기도청	2005-09-15
	토양환경평가	2013-6호	한강유역환경청	2013-06-25
지하수	지하수정화업	10-양주-1호	경기도 양주시청	2010-06-11
수처리	수질환경전문공사업	경기- 39호	경기도청	2006-10-11
전문건설업	토공사	동대문-08-02-1	서울 동대문구청	2008-04-24
	보링그라우팅	동대문-04-14-1	서울 동대문구청	2004-12-28
	철근콘크리트	양주-15-09-002	경기도 양주시청	2015-08-04
	상하수도설비	양주-15-11-03	경기도 양주시청	2015-08-04
기술진단	하수도/하수처리시설 기술진단	한강유역환경청-30호	한강유역환경청	2015-02-17
광해방지	토양개량 / 오염수질방지 / 광물찌꺼기	2006-21호	한국광해관리공단	2006-10-12

구분	인증명
국제 계약자 인증	<ul style="list-style-type: none"> 국제 계약자 인증 No.89 (환경오염제어)
기업 부설연구소 인증	<ul style="list-style-type: none"> 기업 부설연구소 인증 No.20011284(한국산업기술진흥협회)
ISO	<ul style="list-style-type: none"> ISO 14001 프로젝트관리 및 환경플랜트에 관한 환경관리 시스템 ISO 9001 환경 플랜트에 대한 품질 시스템
녹색기술인증	<ul style="list-style-type: none"> 녹색기술 인증 GT-10-00198호 녹색기술 인증 GT-13-00029호 녹색기술 인증 GT-15-00115호
녹색기업인증	<ul style="list-style-type: none"> 녹색기업인증 GE-11-00007호
기술혁신	<ul style="list-style-type: none"> 기술 혁신형 중소기업인증 6064-0557(중소기업청)
경영혁신	<ul style="list-style-type: none"> 경영 혁신형 중소기업인증 090602-03231(중소기업청)
신제품/신기술 인증 (NEP/NET)	<ul style="list-style-type: none"> 신제품 인증 NEP-1662(KT) : 산업자원부 우수품질제품(유류분해미생물제제)인증 2005-106 : 조달청 신기술 인증 No. 195 : 환경부 신기술 인증 No. 261 : 환경부

기업부설연구소

소개

- 2001년 - (주)에코필 기업부설연구소 설립
- 주요 연구진은 다양한 학문분야, 연구센터와 다양한 산업의 환경전문가들로 구성

주요 사업

- 환경분야의 기초 및 응용 연구
- 연구, 개발, 기술서비스 수행, 정부/기업/다른 연구기관에 기술 전수
- 간행물 발행, 학술대회 개최, 강의, 교육강좌 등 진행
- 정부지원과제 및 연구비 관리 등

R&D 장비

GC/FID, TLC/FID, XRF, PID(PGM-54), Radio-detection(RD400), Microwave Extraction(TPH), Bioreactor, Microscope, pH EC Multi-meter, Auto-claver, Distiller, Cold chamber, Clean bench, Fume hood, Rotary evaporator, Centrifuge, Dry over, Geo-probe etc.



2000~2006년

- 00.03 Ecophile 설립
- 01.02 기업부설연구소 설립
- 04.06 ISO 9001/14001 인증
- 05.03 환경신기술 인증
- 유류분해미생물제제
NEP(New Excellent Products)
- 05.09 토양정화업 등록
- 06.10 수질환경전문공사업 등록

2007~2010년

- 07.02 한국 토양정화분야 최초 중금속
정화분야 환경신기술 인증(195호)
- 12 양주 제 1 토양정화센터 완공
(경기도 양주시)
- 08.10 한국 토양정화분야 최초
생물학적정화 환경신기술 인증
(제261호)
- 08.11 생물학적 정화기술 공동연구
및 기술수출 MOU체결(홍콩)
- 09.02 지하수정화업 등록
- 09.08 해외건설업 등록
- 10.01 서산 제2 토양정화센터 완공
(충청남도 서산시)
- 10.01 쿠웨이트 대학Kuwait Univ.)
MOU 체결
- 10.12 녹색기술 인증(중금속 정화처리)

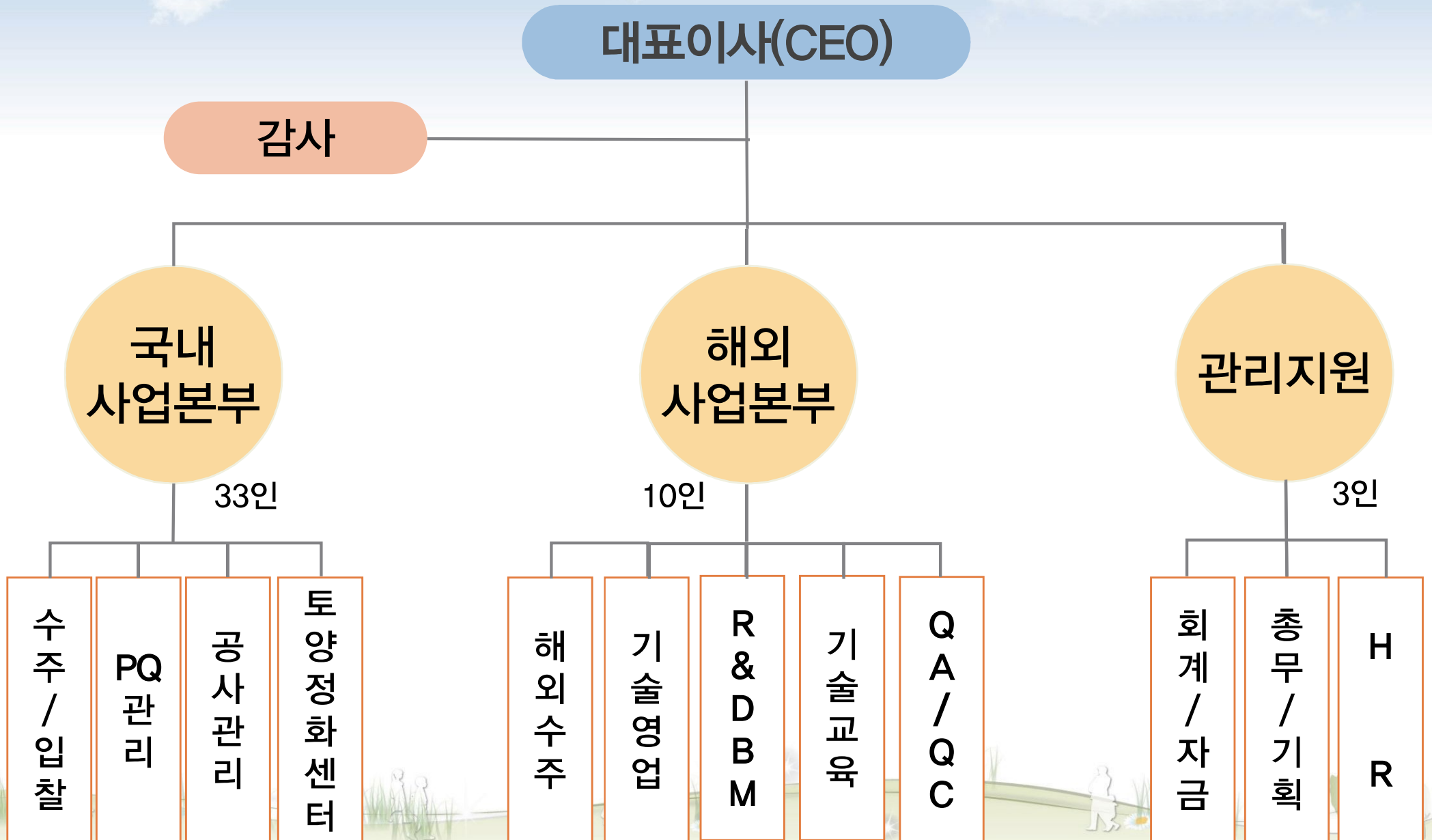
2011~ 현재

- 11.05 환경부장관표창 수상
- 11.10 쿠웨이트석유공사(Kuwait Oil
Company) 토양오염용역 PQ통과
(한국 토양정화전문기업 최초 통과)
- 12.07 제7회 대한민국 건설환경기술상
/ 한국환경산업기술원장 표창 수상
- 12.09 토양세척 plant 쿠웨이트 수출
- 13.03 유류분해미생물 실험실 장비
쿠웨이트 수출
- 13.07 환경부 우수환경산업체 지정
- 14.06 전문 광해방지사업 등록
- 14.08 전문건설업 등록
(토공사, 보링그라우팅)
- 15.02 하수도/하수처리시설 기술진단업 등록
- 15.08 전문건설업 추가 등록
(철근콘크리트, 상하수도 설비)

설립기

성장기

도약기





고 성 환 (高 成 煥 / CEO)

학력	기간	학교	전공	학위
	1993.09 ~ 1997.01 (프랑스 정부장학생)	프랑스 Compiegn공과대학	생물화공 (Bioremediation)	공학박사

경력사항	기간	근무처	직위	비고
	1995.08. ~ 1996.08.	프랑스 TOTAL 정유사	직원연구원	
	1997.05. ~ 1999.06.	한국해양과학기술원	연구원	
	1998.09. ~ 현재	한국생명공학회	위원	
	2006.01. ~ 2010.12	한국토양정화업협동조합	기술이사	
	1998.01. ~ 현재	환경부, 산업자원부, 국방부		국가 R & D / 기획 / 규정 개정 포럼 회원 및 고문
	2000.03. ~ 현재	(주)에코필	CEO	
	2008.03. ~ 2012.12	한국 국립 금오공과대학교	겸임교수	

(한국)양주 제1토양정화센터

면적	부지	면적 : 10,836m ²
	건물	정화동: 1,950m ² , 사무실/연구실: 587m ²
처리용량	60,000 ton/년	
용도	토양정화 반입처리장	
장비	굴삭기, 로더, 트롬멜 스크린 등	
시설	(유류)생물학적/열탈착 정화시스템, (중금속) 전기역학(동전기)정화시스템, 유류분해미생물 배양 / 대량 생산설비 등	
R&D 장비	GC/FID, TLC/FID, XRF, 미생물배양기 등	



(한국)서산 제2토양정화센터

면적	부지	면적 : 7,714m ²
	건물	정화동: 3,119m ² 사무실: 90m ²
처리용량	100,000 ton/년	
용도	토양정화 반입처리장	
장비	굴삭기, 트롬멜 스크린 등	
시설	(유류) 생물학적 정화시스템 (중금속) 전기역학(동전기)정화시스템, 유류분해미생물 배양 / 대량 생산 설비 등	



등록번호	특허기술명	출원/등록년도	비고
제0406766호	• 동전기를 이용한 토양정화방법	2003年	전기역학 (동전기) (7건)
제0427692호	• 동전기를 이용한 오염토의 정화시스템	2004年	
제0435061호	• 동전기를 이용한 생물학적 오염토양 정화방법	2004年	
제0767339호	• 동전기를 이용한 불소 오염된 토양의 정화방법	2007年	
제10-1234390호	• 희생양극을 이용한 음이온성 오염물질 전기역학적 정화장치	2013年	
제10-1275911호	• 토양의 염류 제거 장치 및 이를 이용한 액상비료 제조방법	2013年	
2015-0011907	• 복수개의 희생양극봉을 이용하는 전기역학적 정화장치 및 그 정화방법	2015年	
2015-0118581	• 드럼워셔를 이용한 오염토양 세척장치	2016年	토양세척 (2건)
제10-1594821호	• 사이클론을 포함하는 오염토양 세척장치	2016年	
제10-1496704호	• 하이브리드 열탈착 장치	2015年	열탈착
제0856909호	• 세척기술과 동전기 기술을 결합 티피에이치 오염 토양의 정화	2008年	토양세척 +전기역학 결합기술 (2건)
제0928065호	• 세척기술과 전기역학적 정화기술을 결합한 중금속 오염토양의 정화방법	2009年	
제0684368호	• 오염토양의 검사와 복원을 위한 추출정 및 추출오니 성분을 분리하는 분리시스템	2007年	In-Situ
제0841744호	• 인화석을 이용하여 광산폐수 또는 산업폐수를 정화시키고 광산폐기물을 안정화시키는 방법	2008年	광해방지 관련기술 (2건)
제0928066호	• 제철산업 산업부산물에 의한 비소 흡착제거 방법	2009年	

등록번호	특허기술명	출원/등록년도	비고
제0458016호	• 지렁이 분변토를 담체로 이용한 유류분해용 미생물 종균제 및 그의 제조방법	2004년	유류오염 생물학적 정화기술 (11건)
제0473027호	• 약취가스 및 유기물 분해능이 우수한 미생물제제의 제조방법 및 그 제조에 적합한 합성배지	2005년	
제0817256호	• 유류성분 및 이의 대사산물을 분해하는 미생물 및 이의 용도 및 분리방법	2008년	
제10-1549427호	• 유류오염정화용 미생물제제	2015년	
제10-1619976호	• 유류오염 정화용 코리네박테리움 미생물제제	2016년	
2015-0124585	• 유류오염 정화용 마이크로박테리움 미생물제제	2015년	
2015-0124599	• 유류오염 정화용 마이크로코커스 미생물제제	2015년	
2015-0124614	• 유류오염 정화용 로도코커스 미생물제제	2015년	
2015-0124638	• 유류오염 정화용 바실러스 미생물제제	2015년	
2015-0124647	• 유류오염 정화용 로도코커스 미생물제제	2015년	
2015-0124668	• 유류오염 정화용 야로비아 미생물제제	2015년	
제10-0971175호	• 친환경 사면 안정 녹화체 및 시공 방법	2010년	토공 (3건)
제10-0399559호	• 내해수성 및 내화학성을 갖는 차수재 및 그 제조 방법	2003년	
제10-0859572호	• 고 함수비 연약물질 건조장, 건조 방법 및 건조 기기	2008년	
제10-0851049호	• 조립형 수질정화장치	2008년	수처리 (3건)
제10-0856560호	• 목탄여과와 스펀지여과층을 활용한 수질정화장치	2008년	
제10-0955913호	• 물리화학적 수질정화장치	2010년	
제0569820호	• 호소수 정화 및 조류제거 시스템	2006년	녹조제거
WO2013/069830A1 (PCT/미국)	• PREPARATION METHOD OF SOIL REINFORCED WITH BIO-BINDER USING MICROORGANISM, AND SOIL PREPARED THEREBY	2014년	MICP/ Dust Control

세계 최고 기술과 동등한 핵심경쟁력 보유

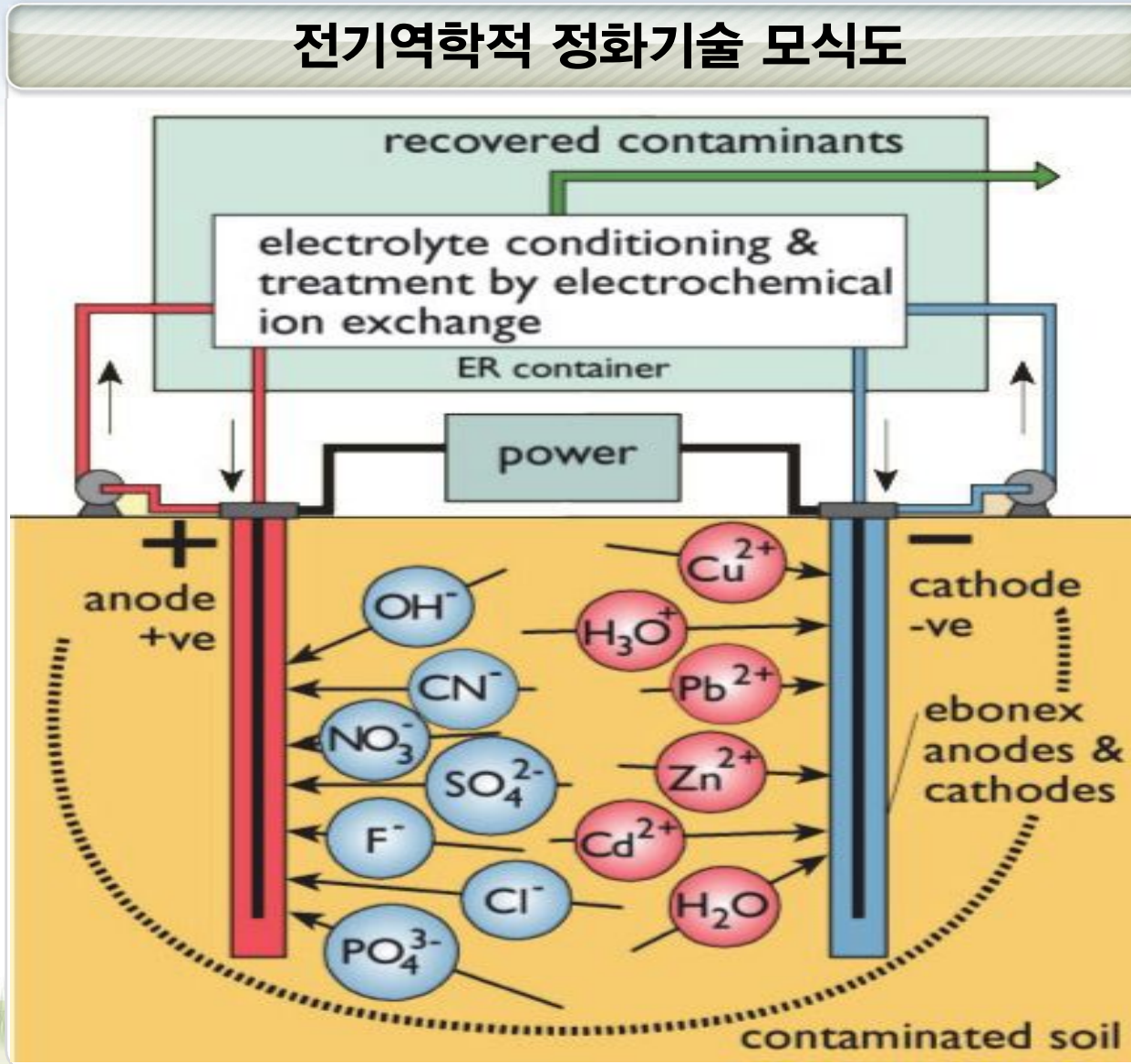
제2장 핵심경쟁력

- 전기역학적 정화기술 (중금속)
- 생물학적 정화기술 (유류)



전기역학적 정화기술(환경신기술 제195호 / 녹색기술 제GT-10-00198호)

전기역학적 정화기술 모식도



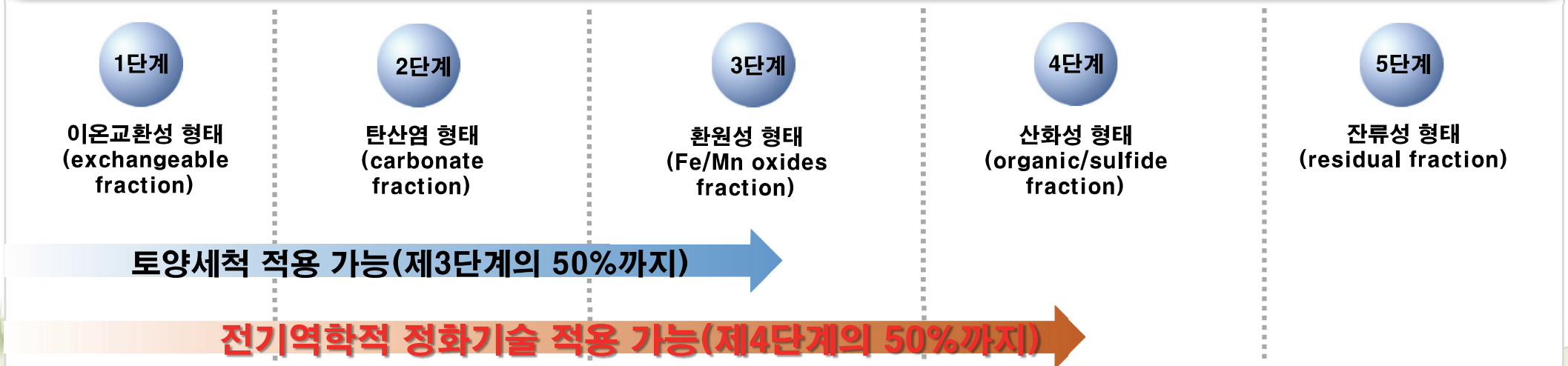
- 미세토양 내 중금속 처리에 효과적 (점토성 토양에서 유속증가)
- 폐액 및 폐기물 발생량 감소
→ 운영비 감소 → 에너지 효율성 증가
- 고투수성 및 불균질 토질입자의 경우 원위치 처리 불가 → 굴착 처리
→ In-Situ(원위치) / Ex-Situ(굴착처리) 모두 적용 가능
- 중금속류 제거에 효과적 : 중금속 및 유기물의 동시 처리 가능

기존 중금속오염토양 정화기술의 한계성

처리기술 대분류	적용불가 토양	적용불가 오염원
생물학적 처리 (In-Situ / Ex-Situ)	점토성 토양	고점성, 난분해성 유류 / 중금속
토양세척 (In-Situ : Flushing) (Ex-Situ : Washing)	점토성 토양	-
열적 처리 (Ex-Situ)	점토성 토양	중금속

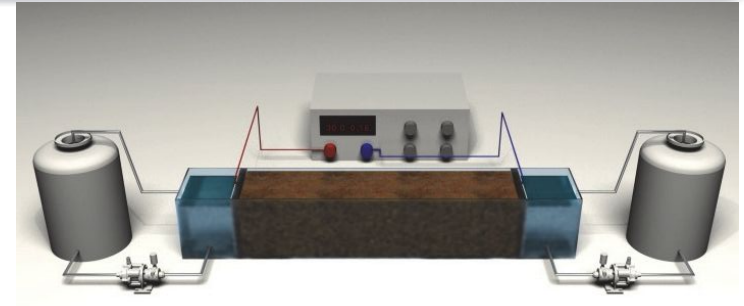
대안기술
전기역학적 정화기술
 (In-Situ / Ex-Situ
 모두 적용 가능)

중금속 존재형태 (Tessier 5단계 추출법)

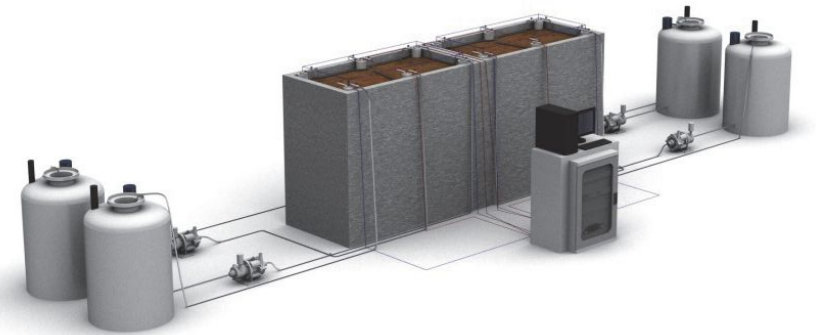


전기역학적 정화대상 오염물질의 종류

- Heavy metals (Pb, Cd, As, Cr, Hg, Zn, Cu, Co, ...)
- Mixed organic / ionic contaminants
- Toxic anions (nitrates and sulfates)
- Radioactive species (Cs_{137} , Sr_{90} , Co_{60} , U)
- Dense, non-aqueous-phase liquids (DNAPLs)
- Petroleum hydrocarbons (diesel fuel, gasoline, kerosene, lubricating oils)
- Cyanides
- Explosives
- Halogenated hydrocarbons
- Non-halogenated pollutants
- Polynuclear aromatic hydrocarbons (PAHs)



Lab. Test



Pilot Test



- 기술개발기간 : 2000년 ~ 현재 (계속적인 업그레이드)
- 특허출원 8건, 특허등록 6건
- 환경신기술 제195호
- 녹색기술인증 제GT-10-00198호 / 제GT-15-00115호
- 현장적용 (총 30여건, 처리량 34만Ton)

전기역학적 정화 공정도

Process of Ex-Situ Electrokinetic Remediation



Excavation



1st Bucket screen
(removal waste)



2nd screen
(<20mm)



Remedial Operation

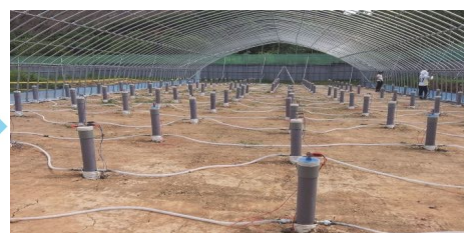


System
Operation



Verification
of Soil Purification

Process of In-Situ Electrokinetic Remediation



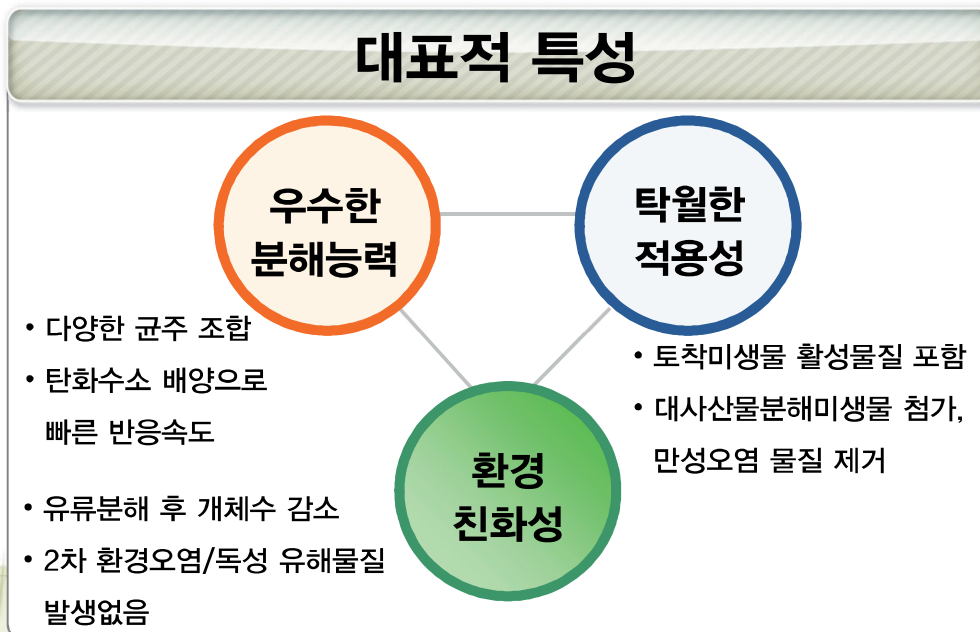
Installation of Electrokinetic System



System Operation
& Monitoring

만성유류오염토양의 정화기술 (환경신기술 제261호 / 녹색기술 제GT-13-00029호)

핵심경쟁력		
경쟁제품	Ecophile	비고
유류분해능력 위주 균주 조합	탄화수소 섭취기작 기술	▶ 토착미생물과의 조화가 우수함.
풍화유류 고려 미비함.	대사산물분해 미생물 첨가	▶ 만성유류오염토양 정화능력 우수
일반 영양배지 배양	탄화수소 배양	▶ 초기유류분해 속도 우수



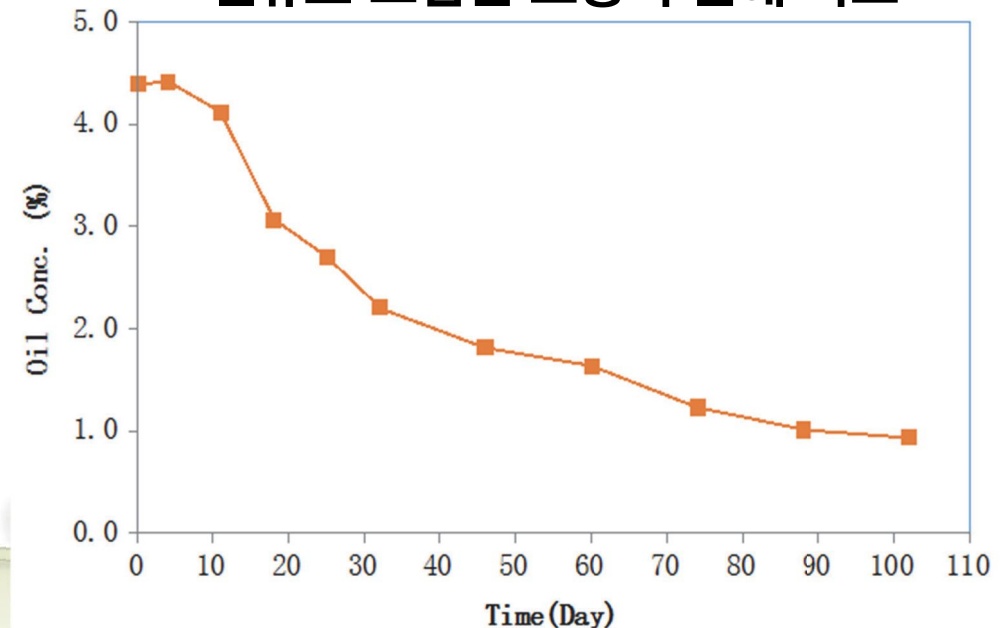
해양/원유에서 추출한
탄화수소 분해(섭취) 미생물



호염성 미생물

(Halophilism : Salt Resistant)

원유로 오염된 토양의 분해 속도



3. 풍화유류 분해 미생물 및 기존 유류분해 미생물을 간편하게 현장에서 대량배양 시켜 적용할 수 있도록 하여 경제성을 높였음

2. 풍화유류 분해 미생물 및 기존 유류분해 미생물의 혼합 시 탄화수소 섭취 기작이 유사한 종류로 혼합시켜 유류분해 능력을 향상

풍화유류(대사산물) 분해에 의한 유류 분해속도 증진 효과

1. 풍화유류분해 미생물 분리/추가 투입

Mineralization
CO₂ + H₂O

Biomass












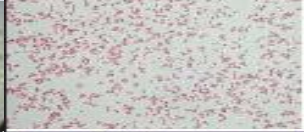



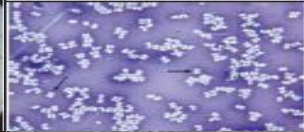



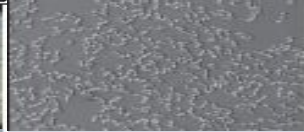





HC + O₂
+ N/P
+ 유류분해미생물

Biotransformation
or 대사산물
(Acids, Ketons,
Alcohols...)

풍화유류(대사산물)에 의한 미생물 활성 저해

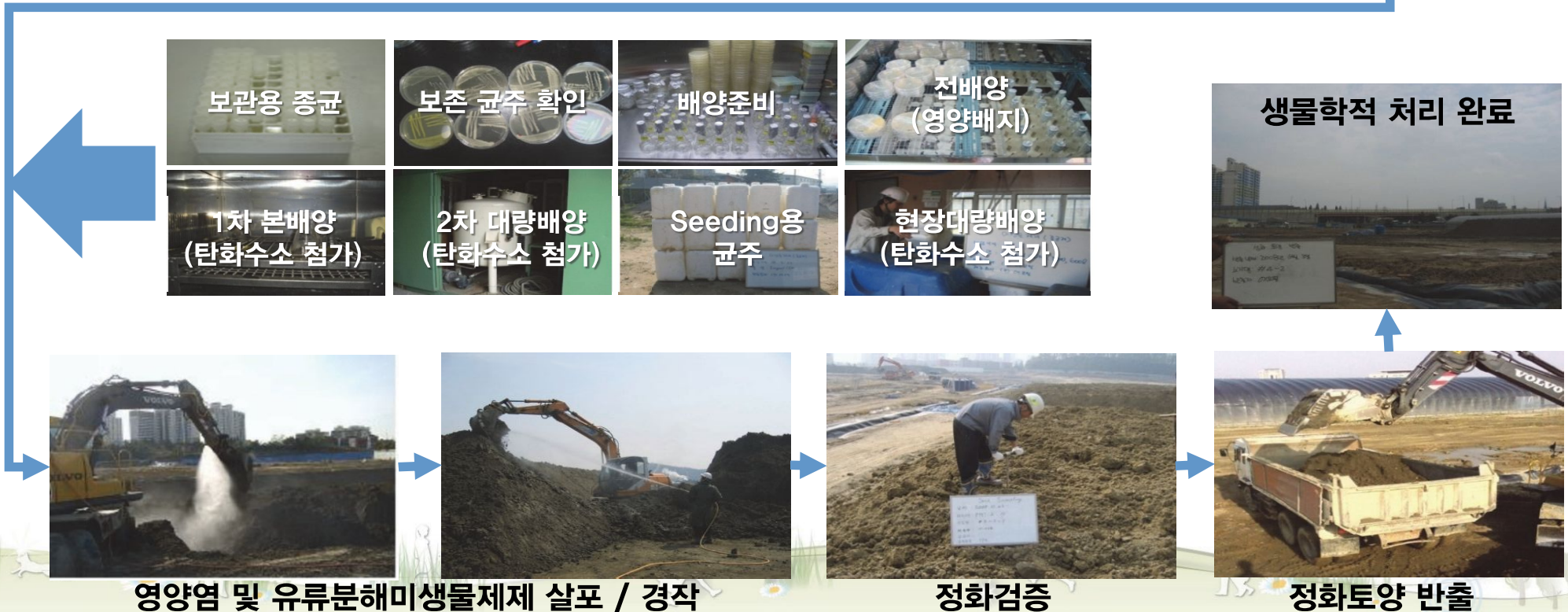
Residues
(난분해성 :
Cyclics, PAHs..)

(주)에코필 보유 유류분해미생물 (총 120여종 – Degraed Aliphatic, Aromatic HC and Resin)

No	Genus	Colony	현미경	현미경 (Reference)	SEM	
1	<i>Yarrowia</i>					Oil degrading Microbes
2	<i>Corynebacterium</i>					Oil degrading Microbes
3	<i>Sphingomonas</i>					Oil degrading Microbes
4	<i>Acinetobacter</i>					PAHs degrading microbes
5	<i>Micrococcus</i>					PAHs degrading microbes
6	<i>Rhodococcus</i>					Resin degrading microbes
7	<i>Bacillus</i>					Resin degrading microbes
8	<i>Pseudomonas</i>					Oil degrading microbes

저비용 현장 직접 대량배양 (원가 경쟁력 탁월)

- 유류가 첨가된 최소배지를 이용한 대량배양 방식 적용 → 배양관리의 용이성 확보 및 비용절감 효과 증대



영양염 및 유류분해미생물제제 살포 / 경작

정화검증

정화토양 반출



- R&D기간 : 20년 / 특허등록3건, 특허출원 6건
- 환경신기술 제261호
- 녹색기술 제GT-13- 00029호
- 우수제품 인증 제2005106허
- 현장적용 (총 110건, 90만ton 처리)



세계 최고 기술과 동등한 핵심경쟁력 보유

제3장 토양정화공정

- 오염토양정화
- 광해방지(농경지 안정화)



토양정화공정



부지특성조사

Step 01

발주처가 제공한 사전조사 결과를 포함하여 기존 자료 분석

Step 02

부지 일반현황의 분석

일반현황

- 부지 위치, 지형, 기후 등
- 오염 원인 시설

철거조사

- 기존 부대시설 현황
- 발생폐기물 조사

설치 계획

- 정화설비
- 적정성 검토

Step 03

부지특성 및 오염현황 분석

수리지질학적 특성

- 수리지질학적 특성 분석
- 이화학적 특성 분석

오염 특성

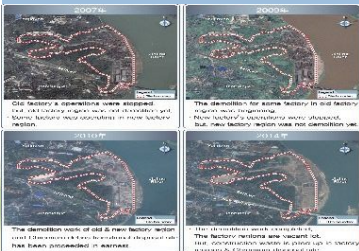
- 오염물질 분석
- 부지 오염 개념 모델

정화설계 계획

- 정화공법 선정
- 타당성조사, lab. 또는 pilot test

최적의 정화설계를 위한 부지 조사 및 분석

부지사용 이력조사



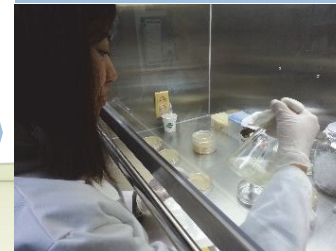
현장 인터뷰



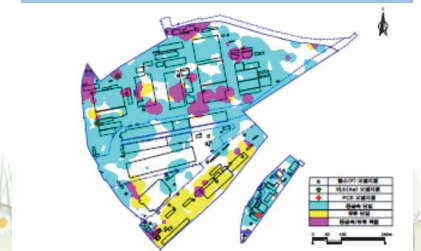
현장 토양시료채취



오염도 조사 및 분석



오염지도 작성



현장 오염토양의 이화학적특성 분석

<p>토양시료채취</p> 	<p>체 분석</p> 	<p>수분함량</p> 	<p>오염물질 분석</p>  <p>유류 : GC, TLC, Soxhlet 중금속&농약 : ICP, HPLC, AA</p>	<p>미생물분석</p>  <p>CFU, MPN, etc.</p>	<p>기타 화학적분석</p>  <p>pH, EC etc.</p>
--	---	---	---	--	--


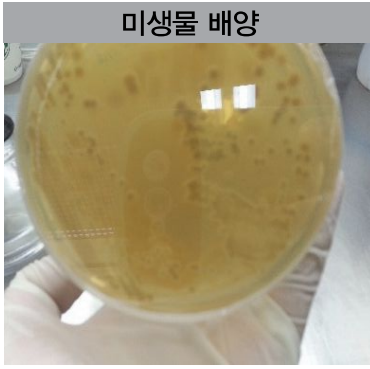







오염물질에 따른 정화공법 선정

오염물질	중금속	유류		농약	미세토함량 50%이상 (논 토양 등)
		저농도	고농도		
토양세척	○	○	○	○	△/×
동전기	○	△	△	△	○/△
세척+동전기	○	○	○	○	○
안정화/고형화	○	△	△	△	△/×
생물학적처리	△/×	○	△	△/×	△/×
열탈착	△/×	○	○	○	△/×
In-situ (Flushing)	△/×	○	△	△	×

타당성조사(Feasibility Study) – 정화공법별 Treatability Lab. Test (1)



타당성조사(Feasibility Study) – 정화공법별 Treatability Lab. Test (1)

<p>생물학적 처리</p>	<p>유류오염토양 시료채취</p> 	<p>미생물 배양</p> 	<p>대량배양</p> 
<p>열탈착</p>	<p>화로 실험</p> 	<p>증류 실험</p> 	<p>열탈착 온도 실험</p> 
<p>In-situ (Flushing)</p>	<p>계면장력실험</p> 	<p>계면장력실험</p> 	<p>Column 실험</p> 

Pilot Test (Option)

토양세척



전기역학(동전기)



열탈착



생물학적 처리



안정화/고형화

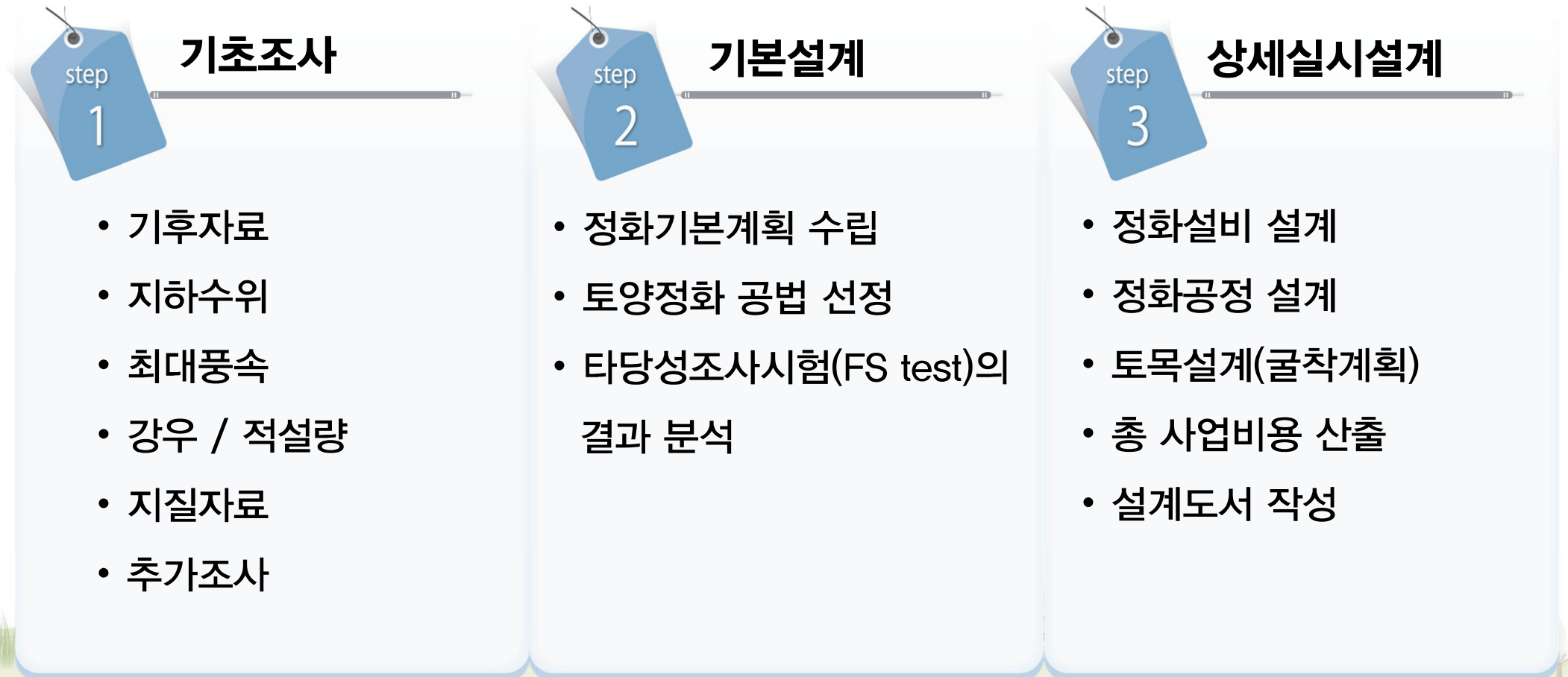


발주처와 협의 후

Pilot test 적용여부를 결정

상세한 실시설계

- 타당성조사 시험(FS Test)의 결과에 대하여 검증 후 현장부지에 적용
- 정화 프로젝트의 수량(재료, 인력, 장비, 공구 및 소모품 등) 산출을 통해 최적의 정화 프로젝트 비용 산출



현장적용

토양세척



전기역학(동전기)



열탈착



생물학적 처리



안정화/고형화 - 건축 및 공공공사 자재로 사용



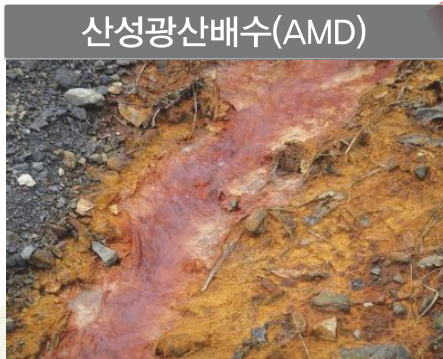
기타사항

- 토양오염정화사업의 지도감독
- 정화공정설계, 장비 제작 및 납품 등

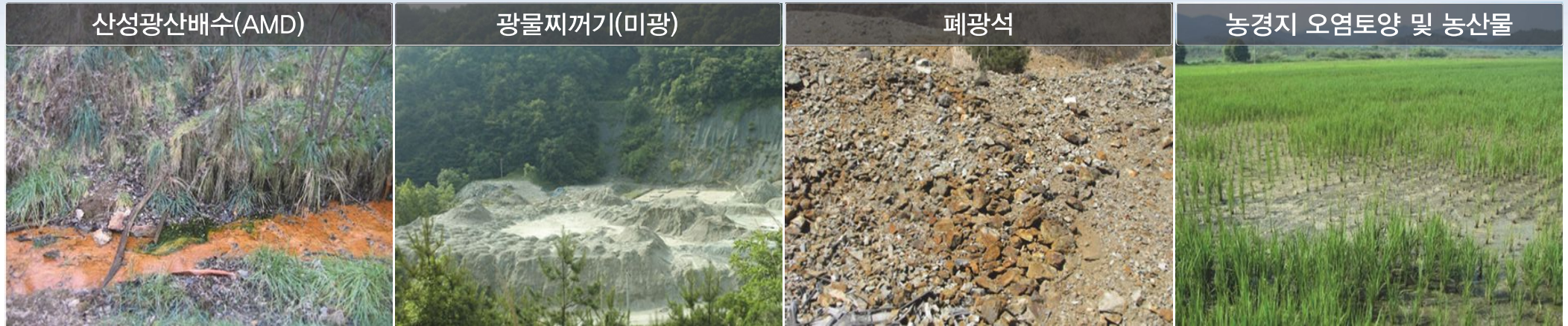
폐광산 주변 농경지 토양 개량 및 복원

- 광산 지역의 광업활동으로 채굴된 광물의 선광시 발생한 광물찌꺼기의 비산, 유실, 산성광산배수(AMD) 및 침출수 등으로 인하여 주변 농경지의 토양 오염 발생
- 농경지 오염토양의 개량 및 복원을 통해 농산물 및 국민 건강 안전성 보장과 보호

◆ 폐광산 주변 농경지 토양오염 경로



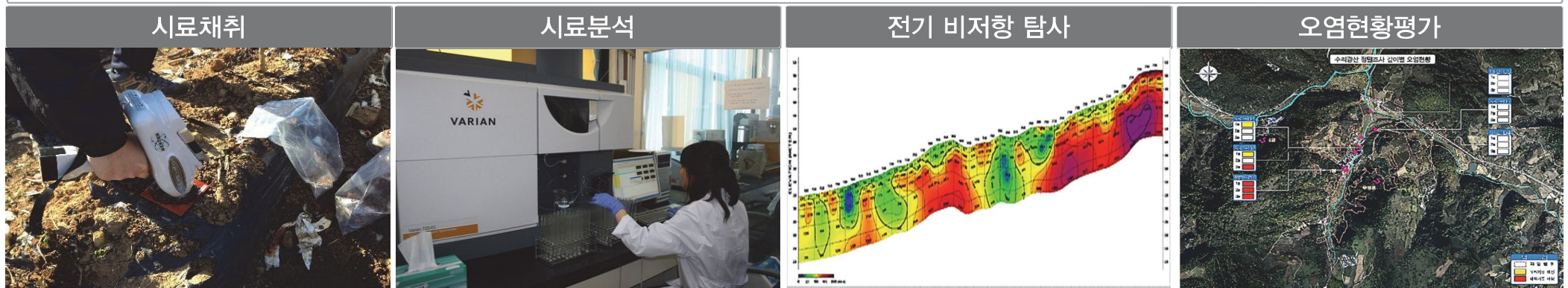
◆ 폐광산 주변 농경지 오염토양복원사업 수행절차



폐광산 주변 농경지 토양개량 및 복원 세부절차

◆ 토양오염 실태 및 복원정밀조사

- 농식품부 농산물 안정성 조사 및 환경부 토양오염조사 결과를 바탕으로 광산지역 주변 토양에 대한 실태 및 복원정밀조사 시행 → 정확한 오염원 규명, 오염도 및 오염범위 설정



◆ 복원방법 선정 및 설계

- 타당성조사 및 실증시험을 통한 최적 복원공법 선정 및 토지소유주의 의견을 반영한 기본 및 실시설계



◆ 토양개량 및 복원공사

- 농경지 토양오염 특성을 고려한 공법 적용
- 토지소유주와 협의를 통해 공사시기 결정 후 오염토양 개량 및 복원 시행



◆ 개량 및 복원 후 모니터링

- 복원사업 전, 후의 토양분석 결과 및 농산물 생육상태 확인 모니터링 등



세계 최고 기술과 동등한 핵심경쟁력 보유

제4장 주요사업실적

- 부지조사
- 타당성조사(FS)
- 토양정화
- 광해방지



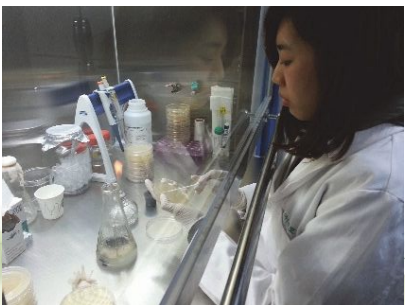
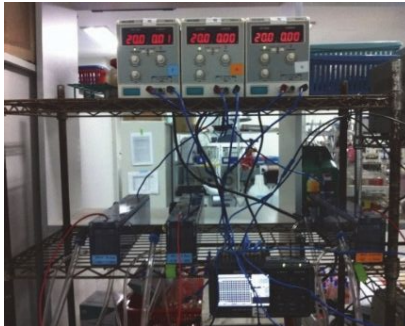
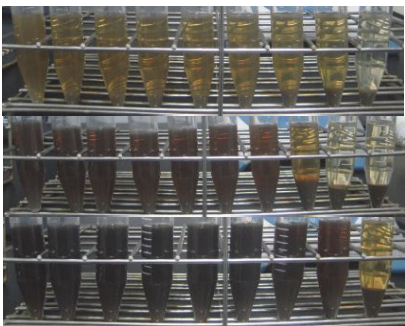
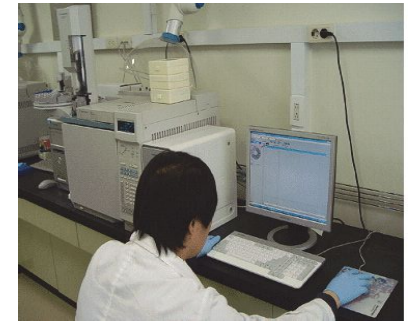
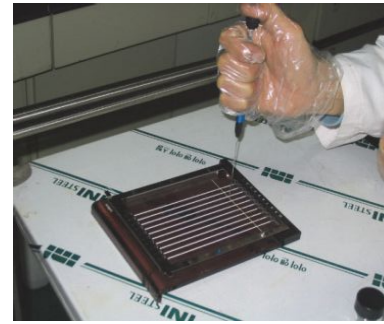
오염부지조사

- CCK(주한미군) 정밀조사 프로젝트 외 30여개 실적 보유



Feasibility Study

- GAIA Project 외 160여개의 타당성조사 실적 보유



Ex-Situ 정화처리 실적

오염물질		보유기술	국내실적(한국)	해외실적	추 후 예상실적(2016년~)	
유기물 (유류) 화합물	TPH / BTEX / Lubricant	저농도 (< 3%)	생물학적 처리	110 건 (900,000 ton)	Kuwait (300 ton)	Kuwait (3 M ton)
		중농도 (3~7%)	토양세척	5 건 (35,000 ton)	Kuwait (85,000 ton)	-
			열탈착 (Direct)	5 건 (25,000 ton)	-	-
			토양세척	-	Kuwait (15,000 ton)	Kuwait (3 M ton)
		고농도 (>7%)	열탈착 (Direct)	Pilot Test	-	Kuwait (500,000 ton) Indonesia (35,000 ton)
			열탈착-유류회수 (Indirect)	Pilot Test	-	Kuwait (100,000 ton)
	PAHs (Benzo-a-pyrene)	생물학적 처리	3 건 (20,000 ton)	-	-	
	PCBs	생물학적 처리	Lab Test	-	-	
		전기역학적 처리	Pilot Test	-	-	
	POPs / 고농도 염류토	전기역학적 처리	Field Test	Lab Test (Kuwait/UAE)		

Ex-Situ 정화처리 실적

오염물질		보유기술	국내실적(한국)	해외실적	추 후 예상실적(2016년~)
중금속	Fe/Mn 산화물 형태	토양세척	3 건 (30,000 ton)	-	
		전기역학적 처리	20 건 (200,000 ton)		
	유기물 / 황 결합형태	전기역학적 처리	10 건 (45,000 ton)		
		토양세척+전기역학 Hybrid	2 건 (120,000 ton)		중국 충칭시 화공장 토양정화 (2.3 M ton)

In-Situ 정화처리 실적

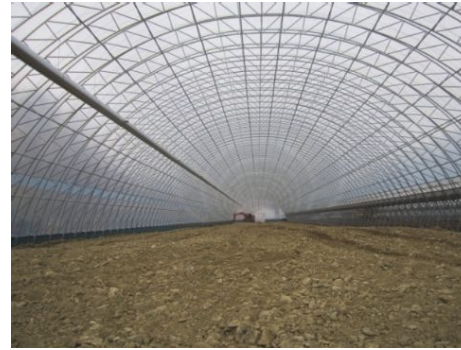
오염물질		보유기술	국내실적(한국)	해외실적	추 후 예상실적(2016년)
유류	TPH / BTEX	Soil Flushing	6 건 (640,000 ton)	-	
		SVE / BV / Bioslurping / Bioremediation	25 건 (350,000 ton)	-	중국 광둥성 동관시 비위생매립장 악취안정화(2016.06~)
비위생매립장					
중금속	유기물 / 황 결합형태	전기역학적 처리	Field Test (2,000 ton)		

Full-Scale 현장적용 실적 (220건 / 250만 ton)

주한미군 Hialeah 부대 (부산, 한국)



- 오염지역 : 주한미군 Hialeah 부대 (부산, 한국)
- 오염물량 : 52,000 m³
- 오염특성 : 등유 / 경유 (TPH 3,500 mg/kg-soil)
- 정화목표 : TPH 475 mg/kg-soil



Kuwait NCC



- 오염지역 : NCC (Kuwait)
- 오염물량 : 150,000 m³
- 오염특성 : 풍화원유
(TPH 39,000 mg/kg-soil)
- 정화목표 : TPH 5,000 mg/kg-soil (중량법)

장항제련소 비매입구역



- 오염지역 : 장항제련소 비매입구역
- 오염물량 : 74,700 m³
- 오염특성 : 중금속 오염 (As/Cd)
- 정화목표 : [As 25 / Cd 4] mg/kg-soil

김포 주한미군 Eiler (Direct Thermal) Indirect Thermal Desorption (Oil Recovery)



- 오염지역 : (한국 김포) 주한미군 Eiler 부대 (Direct Thermal)
- 오염물량 : 24,000 m³ (10 ton/h)
- 오염특성 : 유류 / 윤활유 (TPH 23,000mg/kg-soil)
- 정화목표 : TPH 475 mg/kg-soil



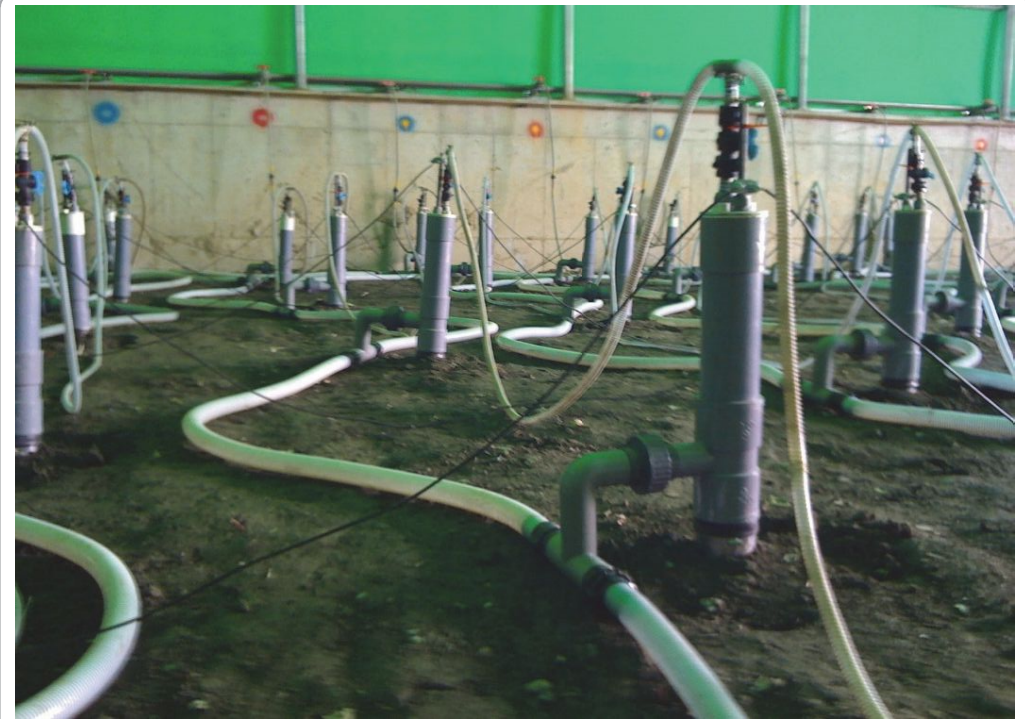
- Indirect Thermal Desorption (Oil Recovery)
- 오염물량 : 1,500 kg/h
- 오염특성 : > 7% TPH
- 정화목표 : TPH 450 mg/kg

장항제련소 GAIA Project (In-Situ)



- 오염지역 : 장항제련소 매입구역 실증 (In-Situ)
- 오염물량 : 1,000 m³
- 오염특성 : 중금속 오염 (As / Cu / Pb)
- 정화목표
: [As 25 / Cu 150 / Pb 200]mg/kg-soil

세종시(동성피혁공장부지, Ex-Situ)



- 오염지역 : 세종시(동성피혁공장부지) (Ex-Situ)
- 오염물량 : 14,500 m³
- 오염특성 : 중금속 오염 (Cu / Zn / Ni)
- 정화목표
: [Cu 150 / Zn 300 / Ni 100] mg/kg

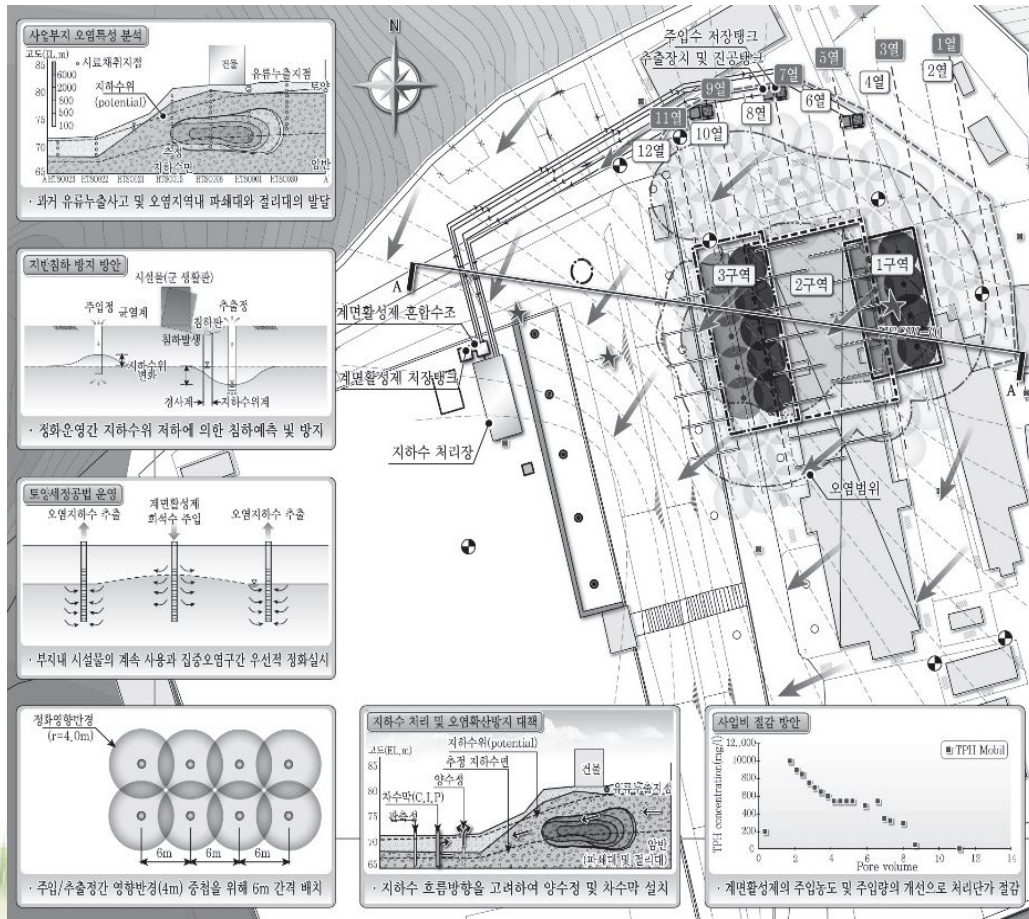
화성 예비군 훈련장 오염토양정화사업

개요

- 사업내용 : 토양정화
- 정화기간 : 2012.01. ~ 2013.08.30.
- 발주처 : 한국환경공단
- 시공사 : (주)에코필

오염 현황

- 오염면적 : 3,462m²
- 오염심도 : G.L(-) 10.0 ~ 15.0m
- 오염물질 : TPH, Xylene
- 정화방법 : 토양세정(Soil Flushing)
- 정화목표 : TPH 2,000 mg/kg, Xylene 45mg/kg
- 오염물량 : 7,708m³



☉ 광해방지사업

- 휴/폐광산 및 주변 농경지 등 토양오염 개량(안정화)과 오염수질 개선 등 복구 사업 수행
- 광물 선광, 광물찌꺼기, 폐석 등 유출 방지를 위한 시설 설치, 운영 및 관리 수행
- 정부지원 광해방지 기술 연구 및 개발 수행

◆ 광해방지사업 주요실적

구분	토양개량/복원	오염수질 개선	광물찌꺼기 유실방지	총계
정부과제	—	—	1	1
조사/설계	4	6	2	12
시공	7	7	4	18
건수	11	13	7	31



폐광산 주변 농경지 오염토양 안정화 처리

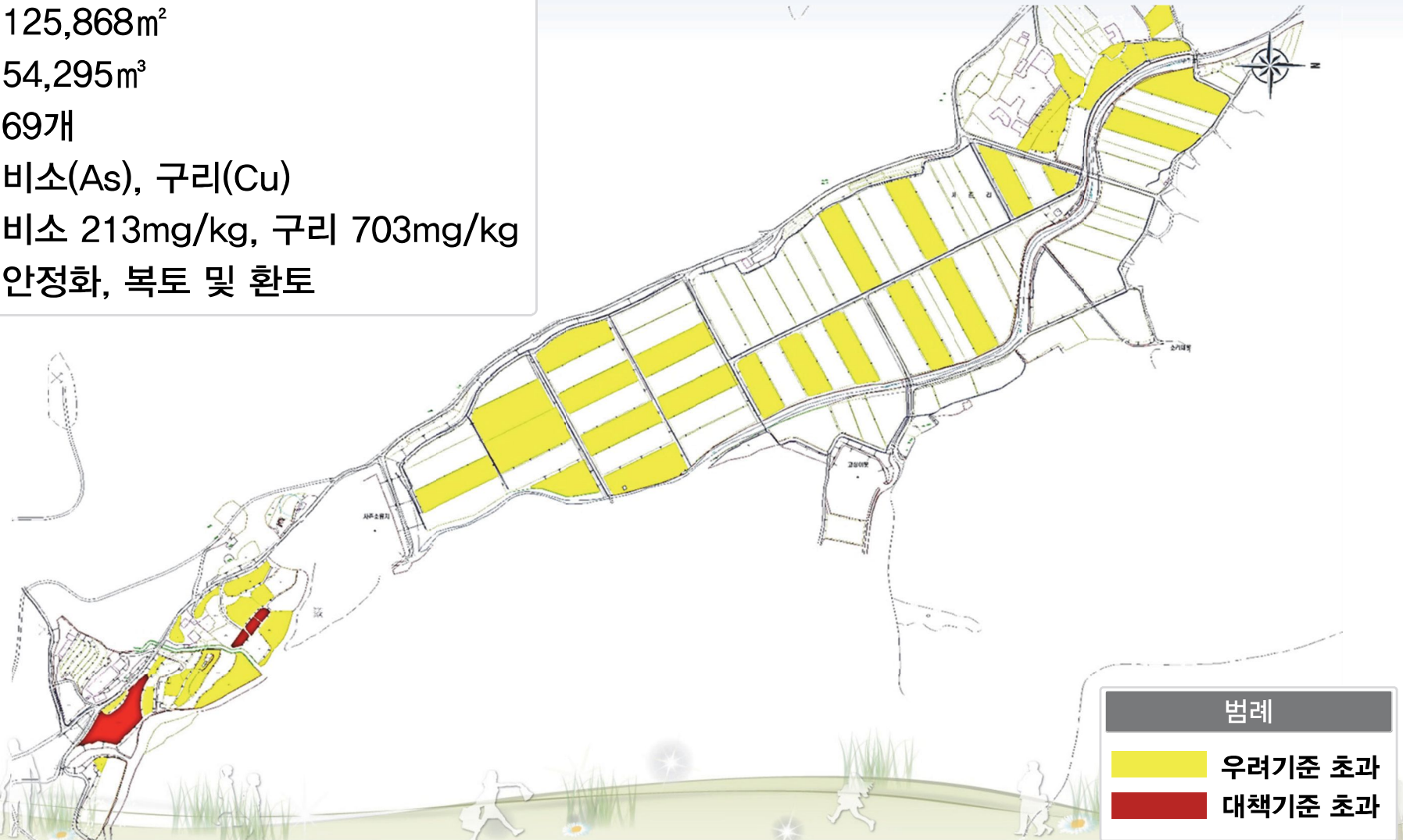
- 사업명 : 군북광산 3권역 토양개량 복원공사
- 기 간 : 2015.06. ~ 2016.06.
- 발주처 : 한국광해관리공단



◆ 군북광산 3권역 농경지 토양오염 현황

토양오염 현황

- 처리면적 : 125,868m²
- 처리물량 : 54,295m³
- 처리필지 : 69개
- 오염물질 : 비소(As), 구리(Cu)
- 오염농도 : 비소 213mg/kg, 구리 703mg/kg
- 처리공법 : 안정화, 복토 및 환토



◆ 군북광산 3권역 농경지 토양복원 계획

- 총 복원대상 필지 : 69필지 (복토 56필지, 환토 13필지)

복원공법			공법 적용
복토	TYPE-1	안정화 20cm + 복토 40cm	
	TYPE-2	오염토적치 VAR + 안정화 20cm + 복토 40cm	
	TYPE-3	복토 20cm ~ 40cm	
환토	TYPE-4	환토 40cm + 안정화 20cm	
환토 + 복토	TYPE-5	환토 20cm + 안정화 20cm + 복토 20cm	
	TYPE-6	환토 30cm + 안정화 20cm + 복토 10cm	

◆ 군북광산 3권역 농경지 토양복원 시공

복원필지 확인



안정화제 반입



안정화제 포설



복토층 포설 및 고르기



안정화처리 검측



안정화제 교반



복토 검측



면 고르기



토양시료채취 / 모니터링



세계 최고 기술과 동등한 핵심경쟁력 보유

제5장 문제해결능력 (Trouble-Shooting)

- Trouble-Shooting의 중요성
- 중금속 오염토양의 효율적 처리
- 생물학적 정화의 Tailing 현상 극복



토양정화시 주요 고려사항 → 기존 보유기술의 현장 최적화 필수!!

항목	고려사항
오염물질 규제 항목	• 오염물질에 따른 처리방식의 선정 고려(규제/정책)
처리기준 존재 여부	• 정화목표 기준에 따라 처리방식 고려(규제/정책)
지역적(환경적) 특성	• 저온/중온/고온/건조/다습/pH/염분 등 환경적 특성 고려
오염물질 분석방법	• 유류(TPH) : GC/FID or 중량법(HEM or SGHEM) • 중금속 : TCLP or 용출법 or 왕수추출법
오염원의 존재형태	• 유류 : 액상 형태 or 고체 or 반고체 형태 • 중금속 : 5개 단계의 중금속 존재형태 중 속하는 단계
공정 폐기물 처리 관련	• 처리방식에 따라 차이는 있으나 정화공정 후 발생 폐기물 처리가 가능한가? 처리비용은 어떠한가?(매립/위탁처리)
정화비용 관련	• 정화비용은 누가 지급하는가?(중앙정부 or 지방정부 or 도시개발업체 etc.) • 정화비용은 얼마인가?

Trouble 발생 원인 : 토양 내 오염원이 불균질하게 분포

정화공법 선정과정 (Feasibility Study : FS)

1. Screening Alternatives (Site Investigation)

2. Treatability Test

3. Evaluation Remediation Technologies

4. Remedy selection

5. Cost Assumption

- 기술이전 → 단순한 처리장치/장비 제작의 기술이전은 TS 해결 불가
- 문제해결(TS)의 능력배양에 관한 본질적인 기술이전이 필요!

1. FS(Feasibility Study) 능력 → 현장 최적화 기술을 확보한 기존 정화공법의 설계
2. Trouble-Shooting(TS) 능력 → 공정의 전환 등 응용 기능 → 신규 특허 가능
3. 토양정화 기술이전의 궁극적 목표 :
FS 능력(Know-How) 기술이전 → 자연스러운 TS 문제해결 능력 배양
4. 기술이전의 필요 조건 : 실제 오염 현장에 주기적으로 반복적인 적용의 필요성이 있음
5. 기술이전(FS Know-How) 소요기간 : 5~10년

※ 일반적인 신생 토양정화업체의 실패 이유 :

- Feasibility Study의 기술적인 측면(현장의 토양 및 오염특성 등)을 고려하지 않음
- 단순 상업적 목적으로 계약체결(1회성 / 단발성)
 - 문제해결(TS)능력의 부재로 최종적으로 사업포기 및 대형 손실 발생

단순 상업적 기술이전 → 문제발생시 기술적 한계성에 따른 매우 높은 Risk 발생

중금속 오염토양 정화 가능 공법

구분	토양세척	전기역학적	식물정화	고형화/안정화
미세토 적용 가능성	X	O	O	O
폐기물 발생량	+++ (점토)	+/-	X	X
처리비용	+++	++	+	+
처리기간	++	+++	+++++	+
적용사례	+++++	++	+	+++++
정화 후 토양 내 중금속 잔존여부	X	X	X/O	O

현장특성을 고려한 정화공법 선택이 중요함!

토양세척 + 전기역학적정화 결합기술의 적용 사례

개요

- 사업명 : 장항제련소 비매입구역 정화사업
- 기 간 : 2012.10. ~ 2015.06.30.
- 발주처 : 한국환경공단
- 시공사 : (주)에코필, GS건설

오염현황

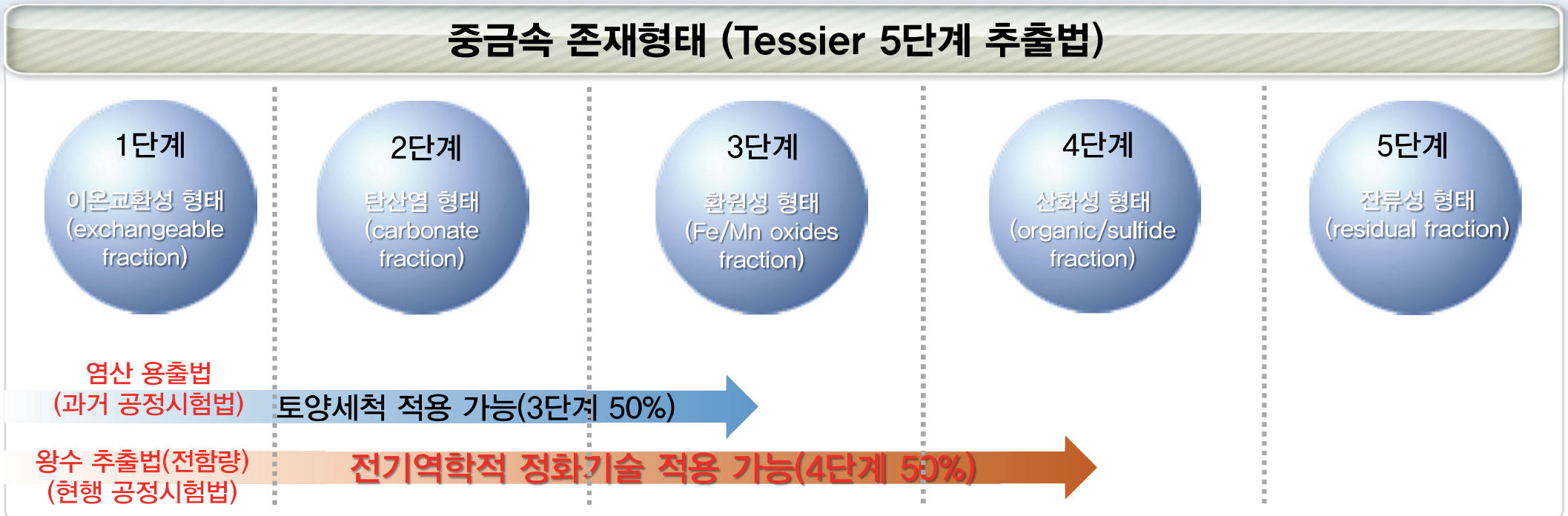
- 오염면적 : 46,451 m²
- 오염물량 : 74,700 m³
- 오염심도 : G.L(-) 0 ~ 3.0m
- 오염물질 : As, Cu, Pb, Cd
- 정화공법 : 토양세척 + 전기역학적 정화
- 정화목표 : As 25, Cu 150, Pb 200, Cd 4mg/kg
- 문제점 :
 - 미세토 함량이 높음(토양세척공법 적용 한계)
 - 오염물량이 많음(전기역학공법 적용 한계)

위치도



토양세척 + 전기역학적 정화기술의 결합공정 개발 필요성

중금속 존재형태 (Tessier 5단계 추출법)



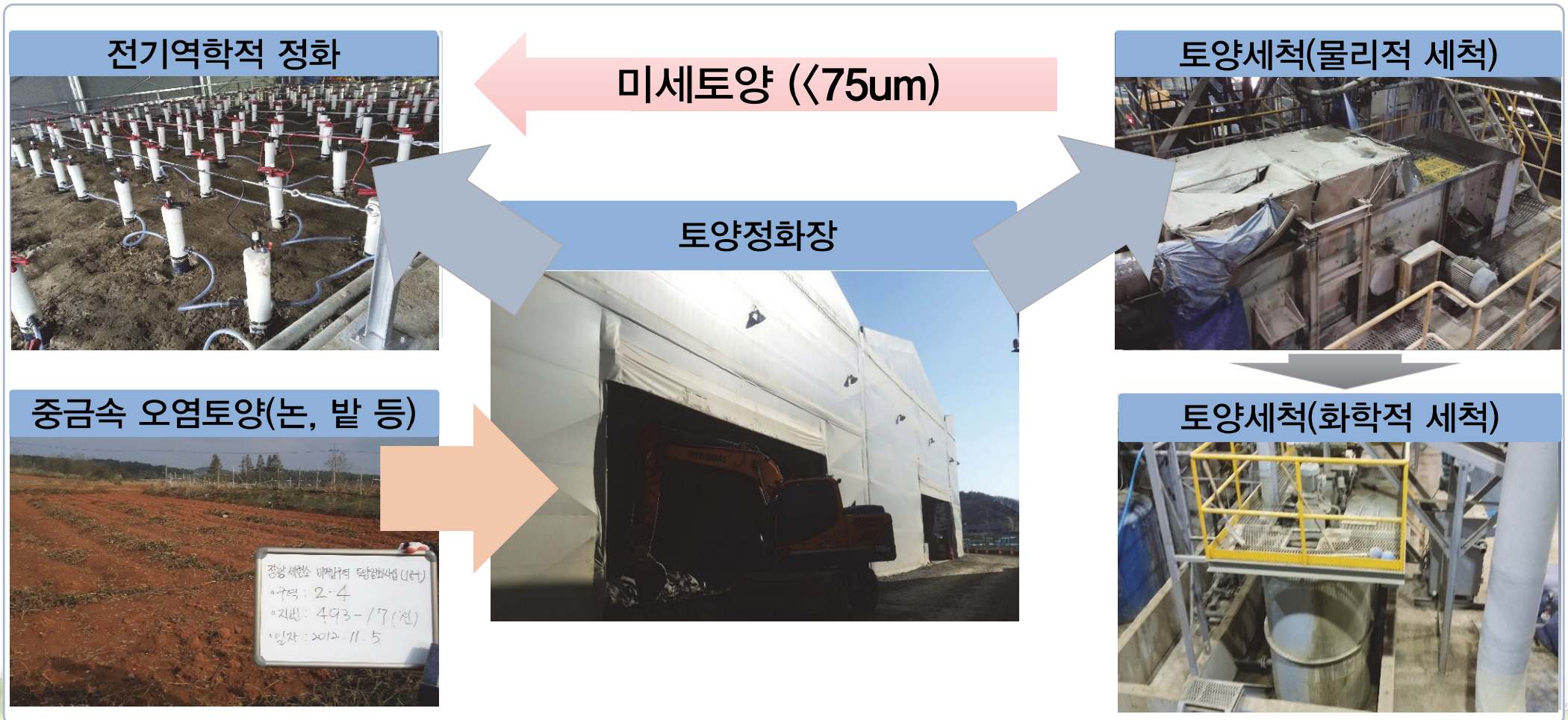
공법	장점	단점
세척	연속처리 가능	폐기물 발생 多 미세토에 적용불가 처리범위 한계
EK	폐기물 발생 少 미세토에 적용가능 처리범위 넓음	연속처리 불가

세척 + 전기역학적 결합 공법 (GT-15-00115)

- 녹색기술 GT-15-00115
- 세척기술과 동전기 기술을 결합한 티피에이치 오염 토양의 정화 (특허 제0856909호)
- 세척기술과 전기역학적 정화 기술을 결합한 중금속 오염토양의 정화방법 (특허 제0928065호)

토양세척 + 전기역학 정화기술 결합공정 적용사례

- 오염물질 : 비소(As), 구리(Cu), 납(Pb), 카드뮴(Cd)
- 정화방법 : 토양세척 + 전기역학적 정화 결합 Hybrid 기술



토양세척 + 전기역학 정화기술 결합공정 적용사례

토양세척



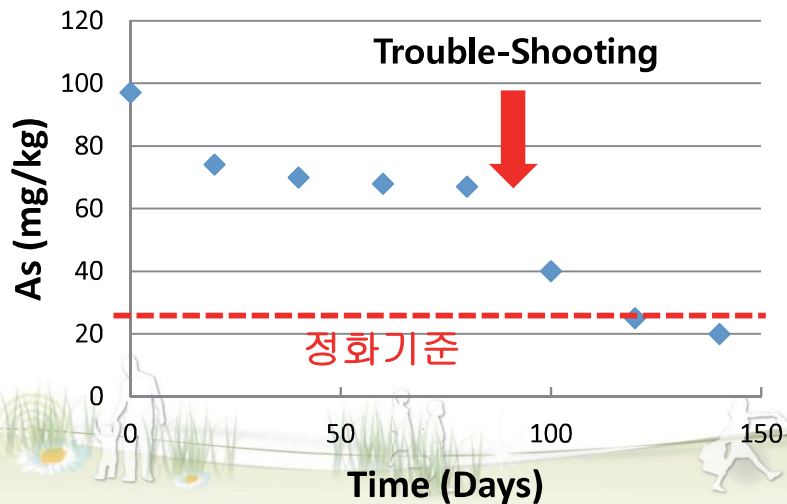
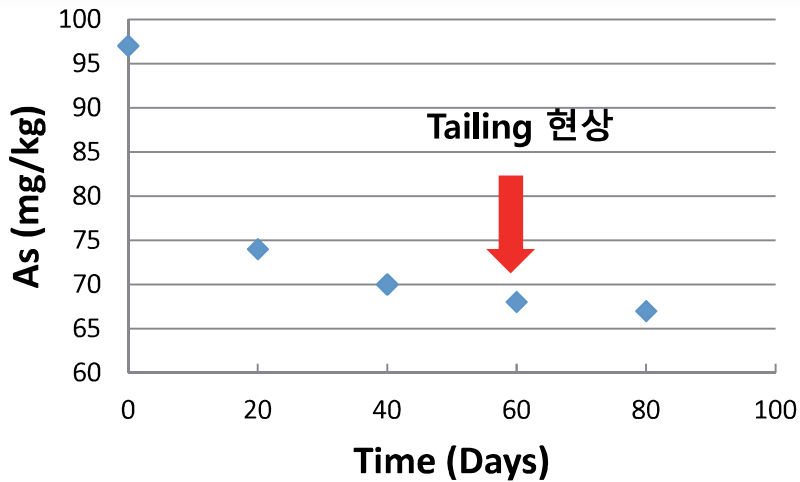
전기역학적 정화



전기역학적 정화공정의 Tailing 현상 발생 극복

원인분석

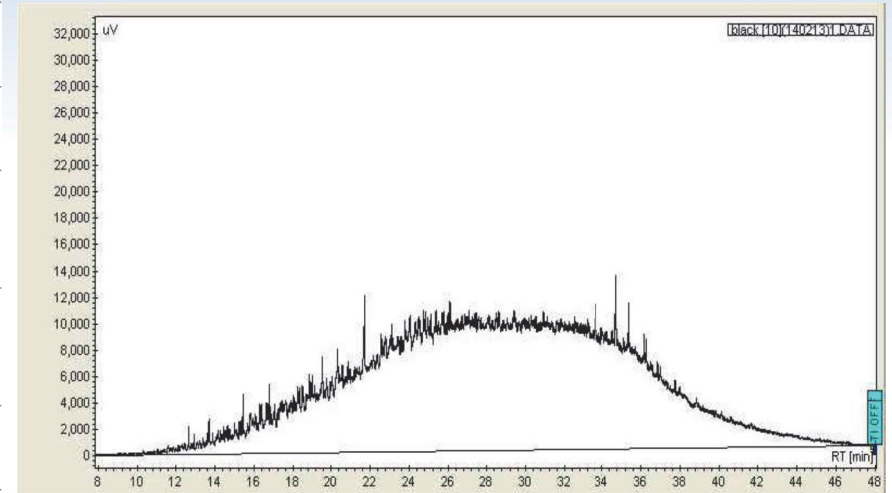
EK Monitoring



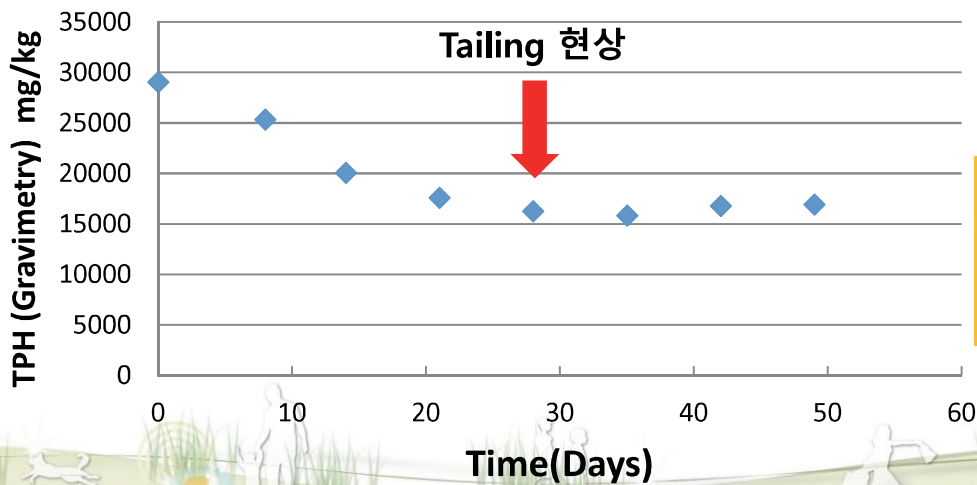
물리화학적 요인	관찰사항
토양특성	미세토양 함량 / 다공성 / 투과성 / 수분함량 / 수분고정력(WHC) / pH / 양이온 교환 용량(CEC)
오염물질	중금속 유형(양이온/음이온)/중금속 농도 / 중금속 존재형태
운영요소	
전해질	전해질 종류(알칼리/산)와 농도 / 킬레이트제의 종류 및 농도
전원	전원공급장치 유형(DC/펄스/On-Off) / 전류 밀도 및 전압 강도
전극	전극 재료 / 전극 형상 / 전극 설치 위치 / 전극 간격 / 전극 배열 형태
전해폐액	흡착제의 종류 / 응집 형태
전기 및 배관 순환	직병렬 방식 / 전해질 순환 방법 및 속도 / 배관의 위치 / 펌프 설치 위치
기타	토양다짐 방식 / 시료채취 방법 등

쿠웨이트 유류오염 토양의 생물학적 정화 사례

1. 토성	미세토양 함량 : 30~50%
2. 오염원 존재 상태	Solid(Particle) & Semi-Solid(고점성)
3. 오염농도 (생물학적 정화 적용 토양)	중량법 (EPA 9071B) : 3~5% TPH GC/FID (C8~C40) : 1~2% 내외
4. 오염원 풍화 상태	C40이상 Heavy Fraction 및 UCM(극성물질) 함량 매우 높음
5. 미생물 개체수	$< 10^4$ CFU/g-soil 낮은 편



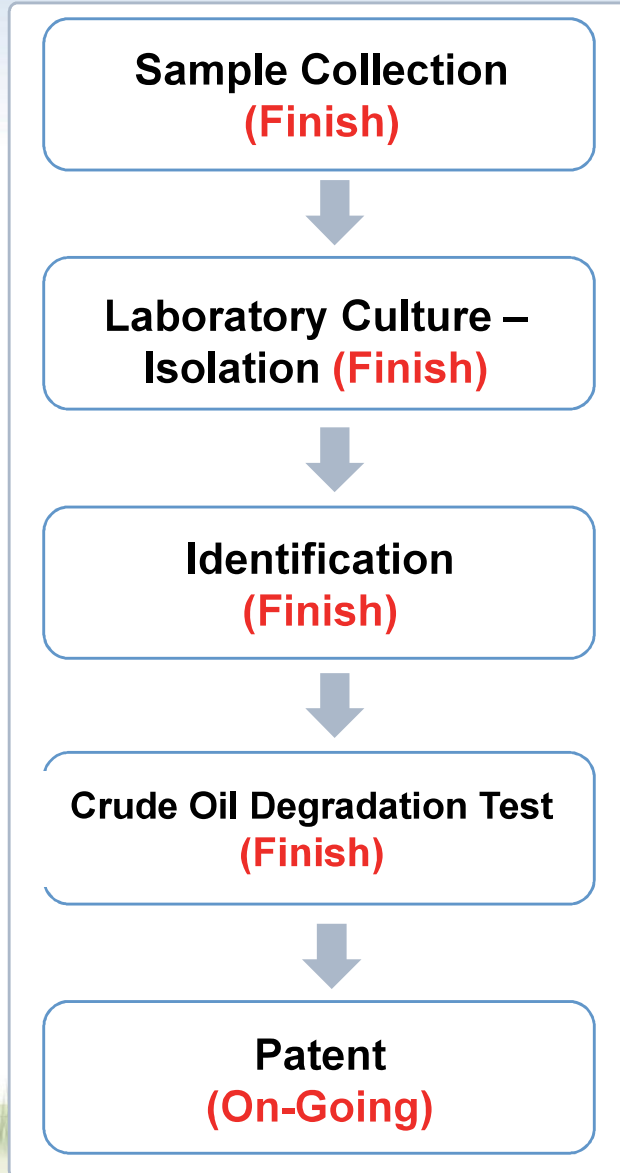
Bioaugmentation



문제해결(Trouble - Shooting)

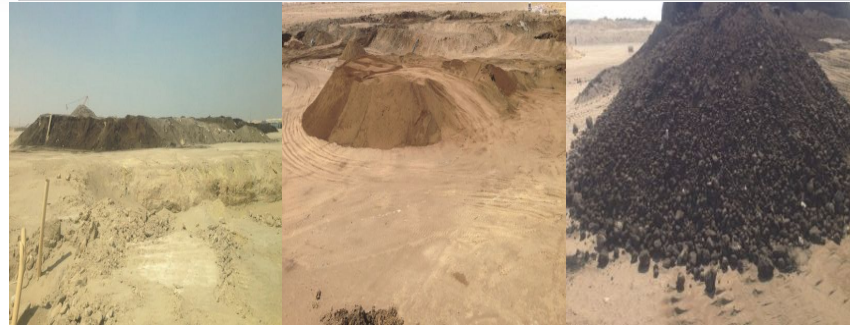
- 현장 특성에 적합한 미생물 필요
 - 특이한 풍화상태에 적합한 미생물의 분리가 필요
 - 미세토에 결합된 고점성 유류를 탈착시킬 수 있는 Biosurfactant(생물계면활성제)를 생성하는 미생물의 분리가 필요
- Co-metabolism 유도에 필요한 기질

현지 최적화 미생물의 분리

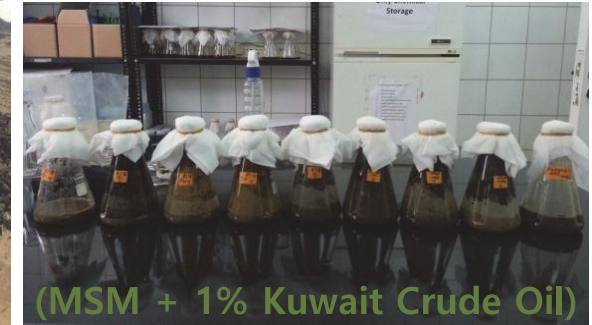


● Sample Collection / Culture

Sample Collection



Enrichment Culture

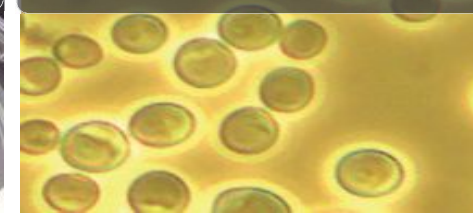


● Identification of Isolated Strains

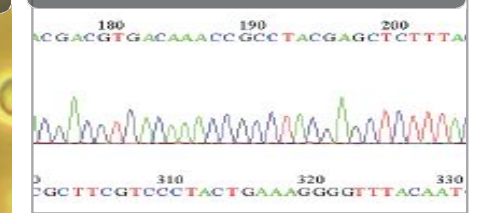
Colony (by photograph)



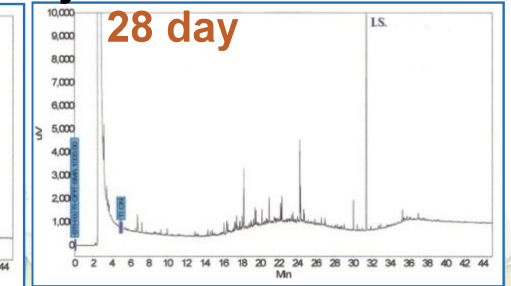
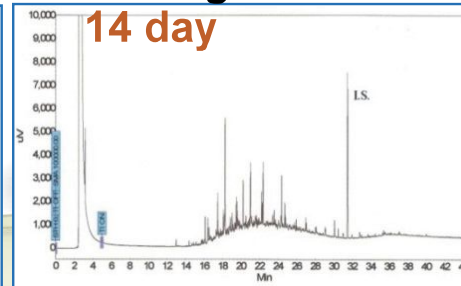
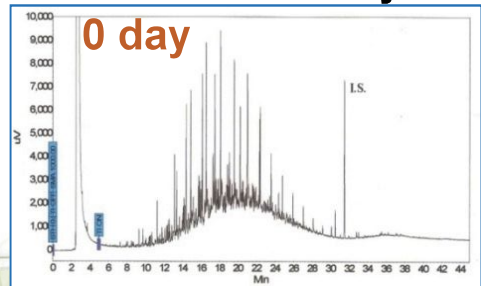
Microorganism (by photograph)



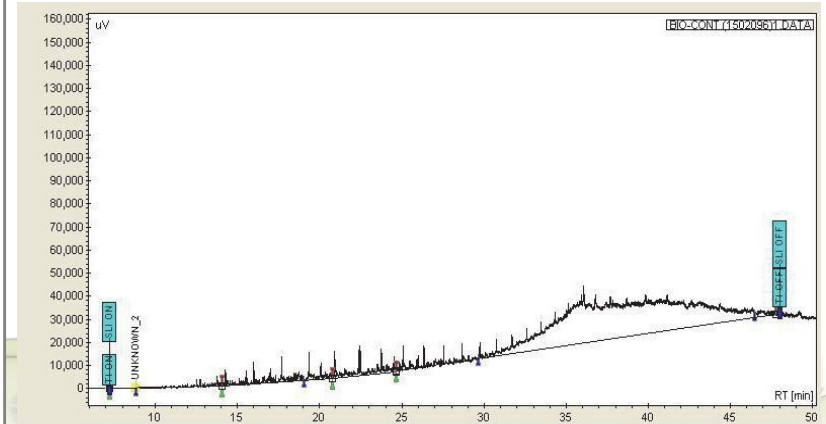
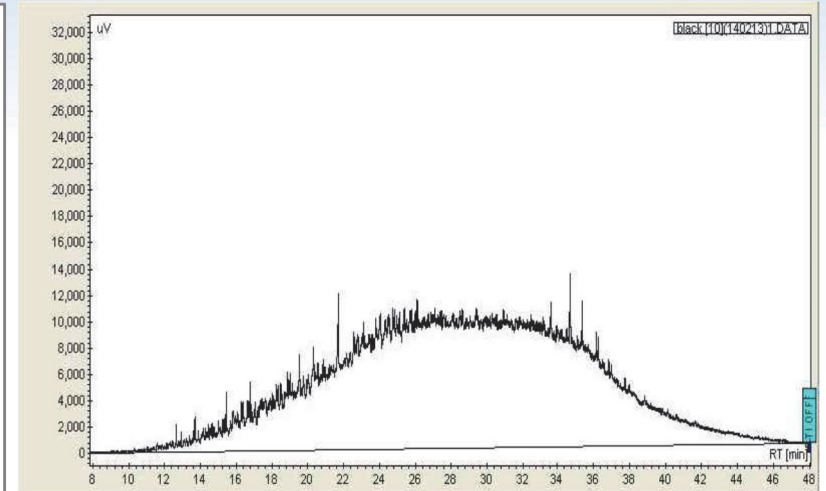
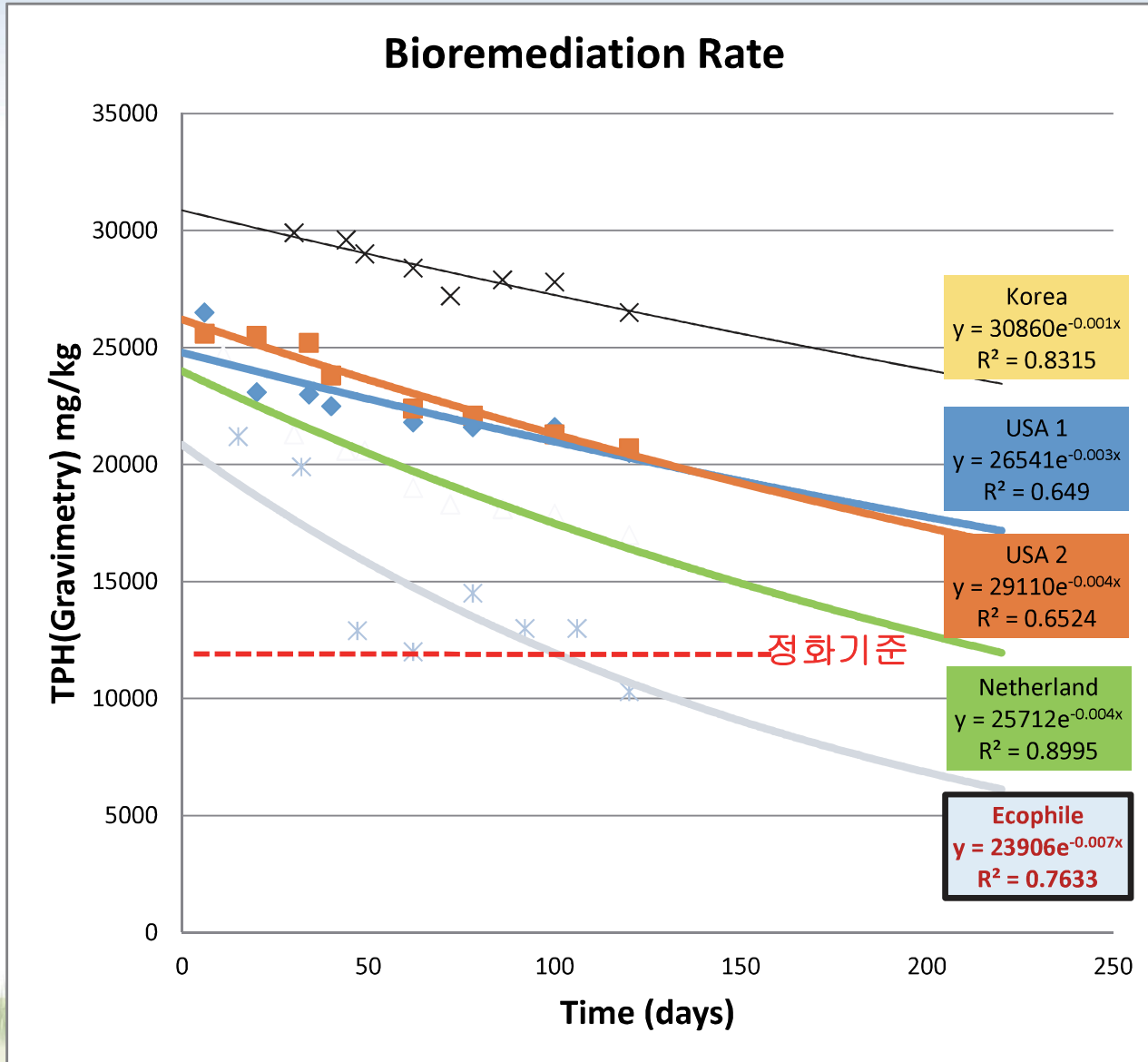
Sequencing



● Verification of Hydrocarbon Degradation Ability



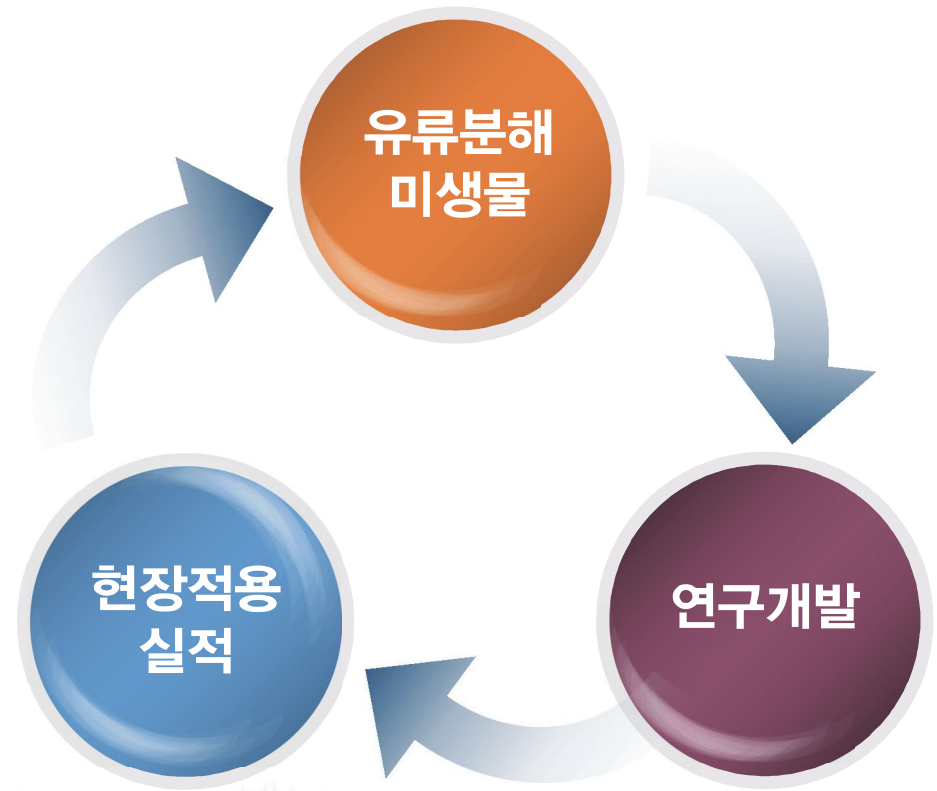
Trouble-Shooting 후 외국제품과 비교



만성유류오염토양의 생물학적 정화기술 (환경신기술 제261호 및 녹색기술인증 제 GT13-00029호)

- 연구개발을 통하여 다양한 유류오염현장에 적용할 유류분해 미생물을 직접 생산
- 현장 적용 실적이 풍부하여 다양한 오염현장에 맞는 처리방안을 제시

유류분해 미생물	특성분석, 선정기술, 배양기술
현장적용 실적	생물학적정화 타당성조사, 오염토양 특성분석, 모니터링기술
연구개발	문제점 해결, 효율증진연구, 진단 및 분석



세계 최고 기술과 동등한 핵심경쟁력 보유

제6장 해외실적

- 중국 프로젝트
- 쿠웨이트 프로젝트(KERP Project)
- 인도네시아 프로젝트(Pertamina 국영석유사)
- 장기 프로젝트



한-중 합작 네트워크(ECOPHILE-KOTRA 중국 무역관-중국 협력파트너)

- 대한무역투자진흥공사(KOTRA)의 중국 내 각 무역관을 (주)에코필의 지사로 활용 중
- 한-중 환경기술합작교류회 참여 등 토양정화기술에 대한 한-중 환경기술 협력 네트워크 형성
- 중국 내 각 지역별 설계원, 환경업체, 대학, 연구기관 등 토양정화사업에 대한 상호 합작 MOU 체결

북경(北京)

- 中海昊华环境集团
- 北京明德诚环境设备有限公司

샤먼&동관(厦门 & 东莞)

- (广东东莞)广东亨益环保科技投资有限公司

우한(武汉)

- 中国市政工程中南设计研究总院有限公司
- 武汉都市环保工程技术股份有限公司
- 武汉旭日华科技发展有限公司
- 华中科技大学
- 中南民族大学

중칭(重庆)

- 中电远达中电投远达环保工程有限公司
- 重庆道润土壤修复有限责任公司
- 西南大学

창사(长沙)

- 凯天环保科技股份有限公司
- 长沙宏福环保技术有限公司



중국 광둥성 동관시 비위생매립장 악취안정화 시범사업

- 광동홍익환보과기투자유한공사와 ‘중국 동관시 비위생매립장 악취안정화 시범사업’ 계약 체결(2016.06)
- 시범사업 이 후 동관시 창핑진 39개, 동관시 전체 150개 매립장 후속 안정화사업 독과점 계약 예정
- 화남지구(광둥, 광서, 복건, 해남) 매립장 안정화 사업 및 오염토양 정화사업에 대한 상호 배타적 합작 파트너 협력 MOU 체결(2016.06.)





合作协议 - 협력협정 (Cooperation Agreement)

甲方: 广东亨益环保科技有限公司 (以下简称甲方)

乙方: ECOPHILE Co., Ltd. (以下简称乙方)

갑(甲): 광동홍익환보과기투자유한공사 (이하 "갑(甲)")

을(乙): 에코필 (이하 "을(乙)")

鉴于: 甲乙双方按照互惠平等、互补双赢的原则, 签订此合作协议。
 다음을 고하여: 갑(甲)과 을(乙) 쌍방은 호혜평등의 원칙에 따라 상호 보완적이고, 윈-윈(Win-Win)의 협력을 원칙으로 하여, 이 협력 협정을 체결한다

第一条 合作范围及合作方式

第 1 条 협력의 범위와 협력 방식

合作范围: 华南地区 (广东、广西、福建、海南)

협력범위: 화남지구 (광둥, 광서, 복건, 해남)

合作方式: 双方同意, 在中国华南地区双方互为非排他性合作伙伴。

협력방식: 쌍방은 중국화남지구 상호간 배타적 합작 파트너 협력하는데 동의한다.

중국 00시 중금속오염토양 정화사업

사업개요

- 사업명 : 중국 00시 중금속오염토양 정화사업
- 기 간 : (타당성조사) 2015.06. ~ 2016.04.
(본 공사) 2016. ~
- 사업방식 : PPP(Public Private Partnership)예정

오염현황

- 오염면적 : 281,000m²
- 오염물량 : 2,495,000m³
- 오염심도 : G.L(-) 0 ~ 20.0m
- 오염물질 : 6가 크롬(Cr⁶⁺)
- 정화방법 : 토양세척(습식입경분리), 고화/안정화
- 정화목표 : 6가 크롬(Cr⁶⁺) 34.8 mg/kg 미만

위치도



현장 주요오염 경로

대상부지 내 4개 구역 주요현황

숙소 및 사무실 구역



- 면적 : 96,000m²
- 평균고도 : 해발 205.0m
- 직원숙소 및 사무실, 학교 위치

크롬폐기물 처리 구역



- 면적 : 16,000m²(서고동저 지형)
- 1994년 침출수 집수 트렌치 설치
- 집수된 침출수는 침출수 처리시설 이송처리
- 침출수 배수관 라인은 주거 및 사무실 지역을 가로질러 G.L(-) 2~3m에 매설되어 있음.



구. 공장구역



- 면적 : 104,000m²
- 평균고도 : 해발195.0m
- 과거 철거시 크롬 폐기물 대량 매립
- 인근 강으로 침출수 확산 방지를 위한 침출수 차단벽 설치 (L500m×H3.0m)

신규 공장구역

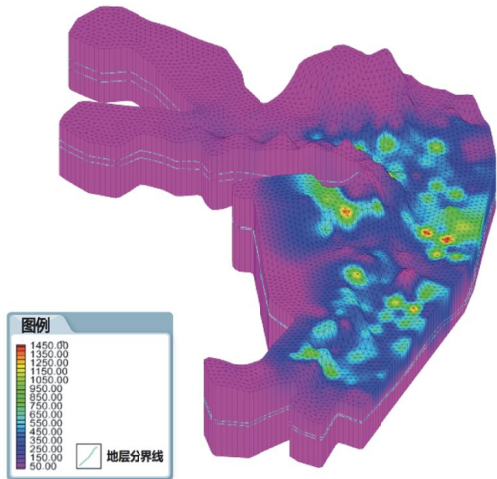


- 면적 : 65,000m²
- 1980년 신규 공장지역 조성
- 2004년 인근 강 침출수 차단 사업 - 800m³/day 용량 크롬침출수 및 하수처리시설 설치

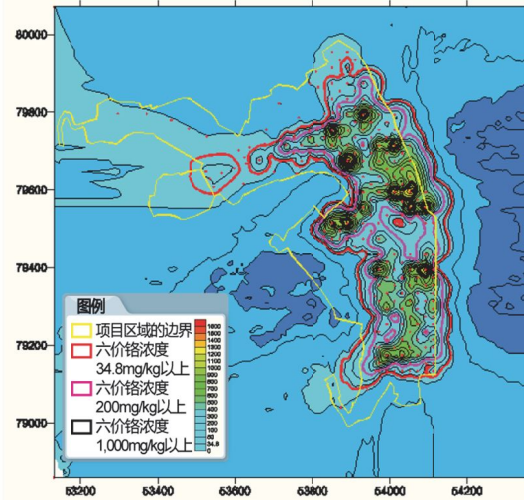
범례
 [Red dashed line] 대상부지 경계

오염토양 예상면적 및 부피

场地六价铬(Cr⁶⁺)三维分布图

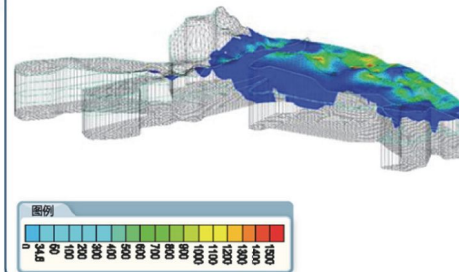


化工厂原址场地0~2m层污染分布情况



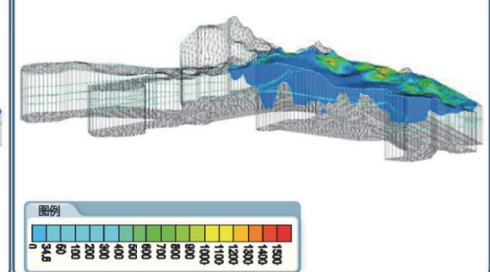
Cr⁶⁺浓度大于34.8mg/kg的区域

· 建筑废物 : 13,400m³



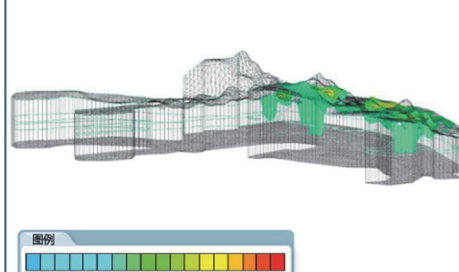
Cr⁶⁺浓度在34.8~200mg/kg的区域

· 全场约1,287,200m³



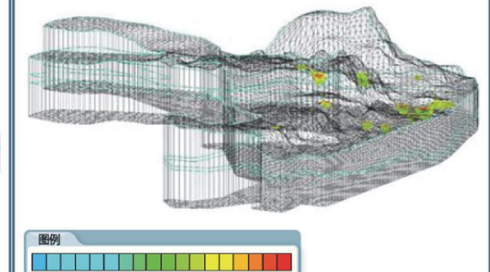
Cr⁶⁺浓度在200~1000mg/kg的区域约

· 全场约1,171,800m³

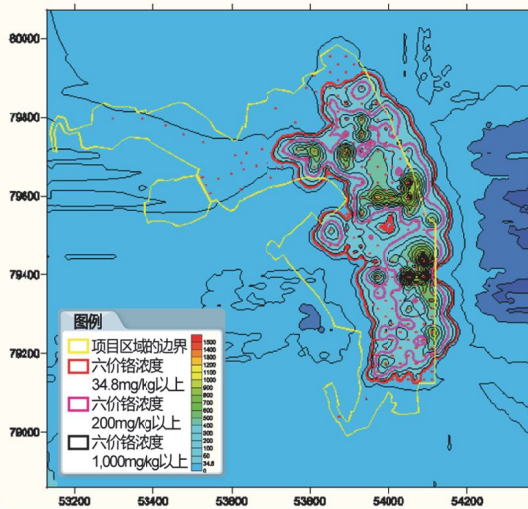


Cr⁶⁺浓度大于1000mg/kg区域

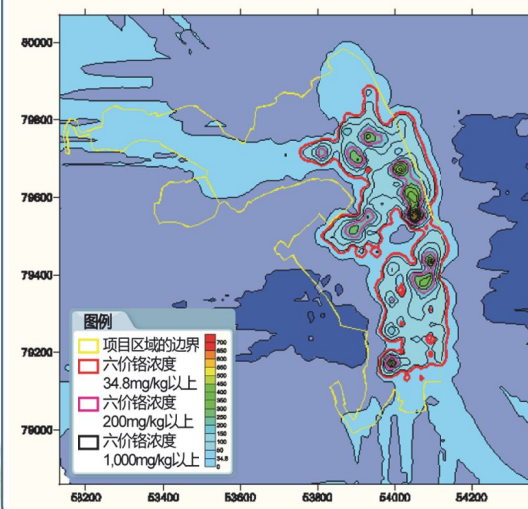
· 全场混合渣土 : 22,600m³



化工厂原址场地2~10m层污染分布情况



化工厂原址场地10m~ 岩层污染分布情况



主要 오염물질

오염농도(mg/kg)

오염량(m³)

6가크롬
(Cr⁶⁺)

34.8 ~ 200

1,287,200

> 200 ~ 1,000

1,171,800

> 1,000

22,600

현장 건설폐기물

13,400

합계

2,495,000

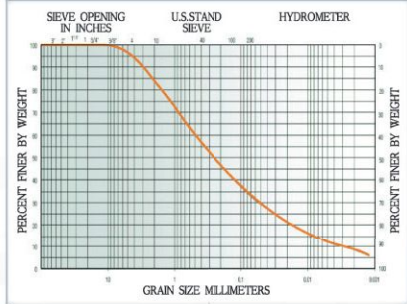
타당성조사(Feasibility Study) 계획

적용성시험 계획 작성

대상부지 내
오염토양 시료채취

습식 선별

토양 입도분석



토양 기초특성 분석

- 토양 입도별 오염농도 분석
- pH, 총 크롬, 6가 크롬, 기타 중금속 등
- 토양 수분, 유기물 분석 등

토양입도 Cut-Off 사이즈 결정

습식입도선별
(토양세척 - 물리적세척)

총 크롬, 6가 크롬 분석

폐수(공정수) 처리 및
운전조건 선정

습식입도선별 설비 설계

처리 후 오염토양 입자별
크롬 농도 분석

전기역학적 공법
· 총 크롬, 6가 크롬
제거효율 시험

안정화 공법
· 안정화제 선정시험
· 재산화/안정성 평가

고형화 공법
· 고형화제 선정시험

정화공법 최종 선정 /
습식입도선별장비 제작 및 현장시험(Pilot Test) 수행

타당성조사(FS) - 현장조사

현장조사 - 구) 공장지역



현장조사 - 신) 공장지역



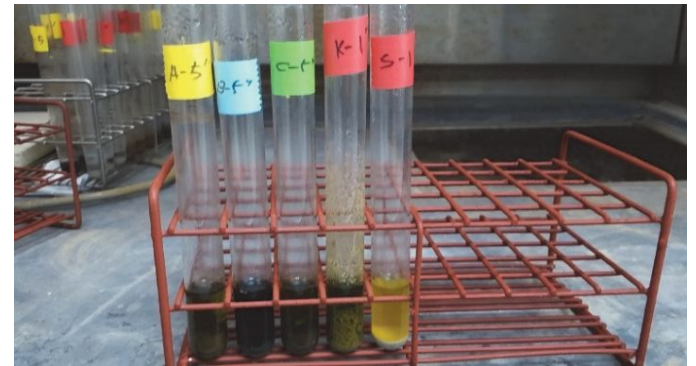
타당성조사(FS) - 오염토양 시료채취



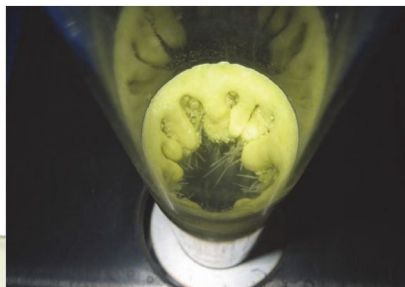
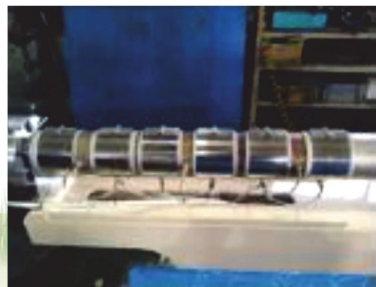
타당성조사(FS) - 토양입도 분포의 분석



타당성조사(FS) - 오염물질 추출실험(왕수추출실험)



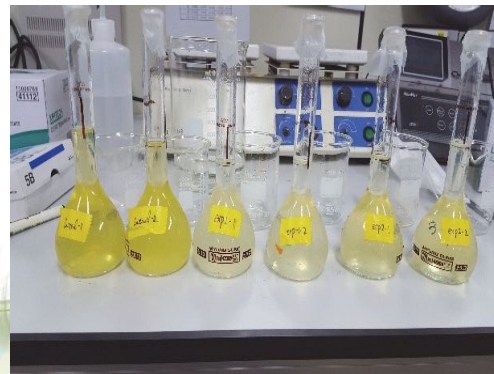
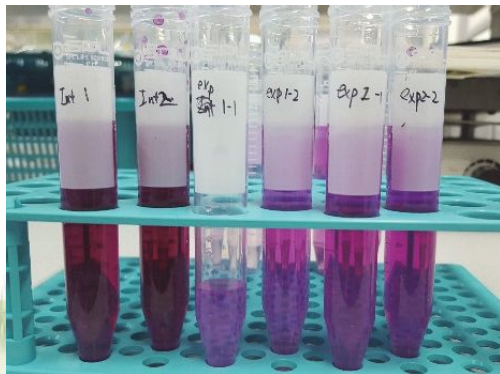
타당성조사(FS) - 고형화 및 안정화 실험



중국의 토양오염 공정시험기준

분석항목	분석방법 기준	분석장비
pH	유리전극법 (NY/T1377-2007)	pH meter
총 크롬 (Total Cr)	원자흡광도법 (HJ491-2009 (토양)) 물과 폐수 모니터링 분석방법(第四版)	원자흡광 / 분광광도계
6가 크롬 (Cr ⁶⁺)	다이페닐카바자이드 광도측정법 GB/T15555.4-1995 (토양) GB7467-1987 (수질)	분광광도계

※ 현재 3가 크롬의 시험 기준은 아직 없으며, 이에 따라 총 크롬에서 6가크롬 농도를 제외한 값을 3가크롬 농도로 대체.



대상부지 오염토양 기초특성 분석

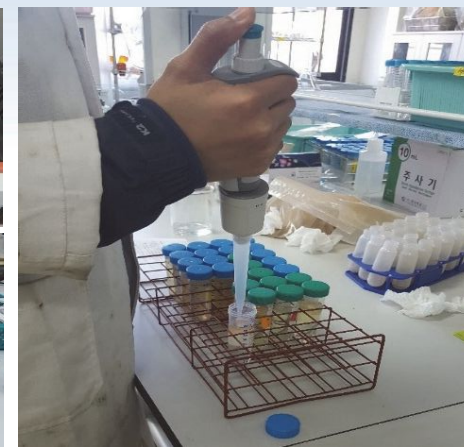
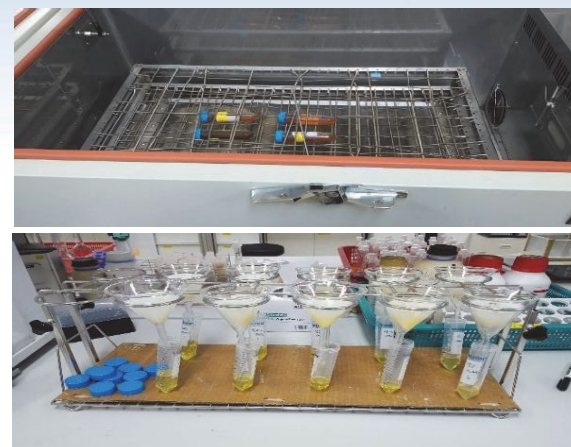
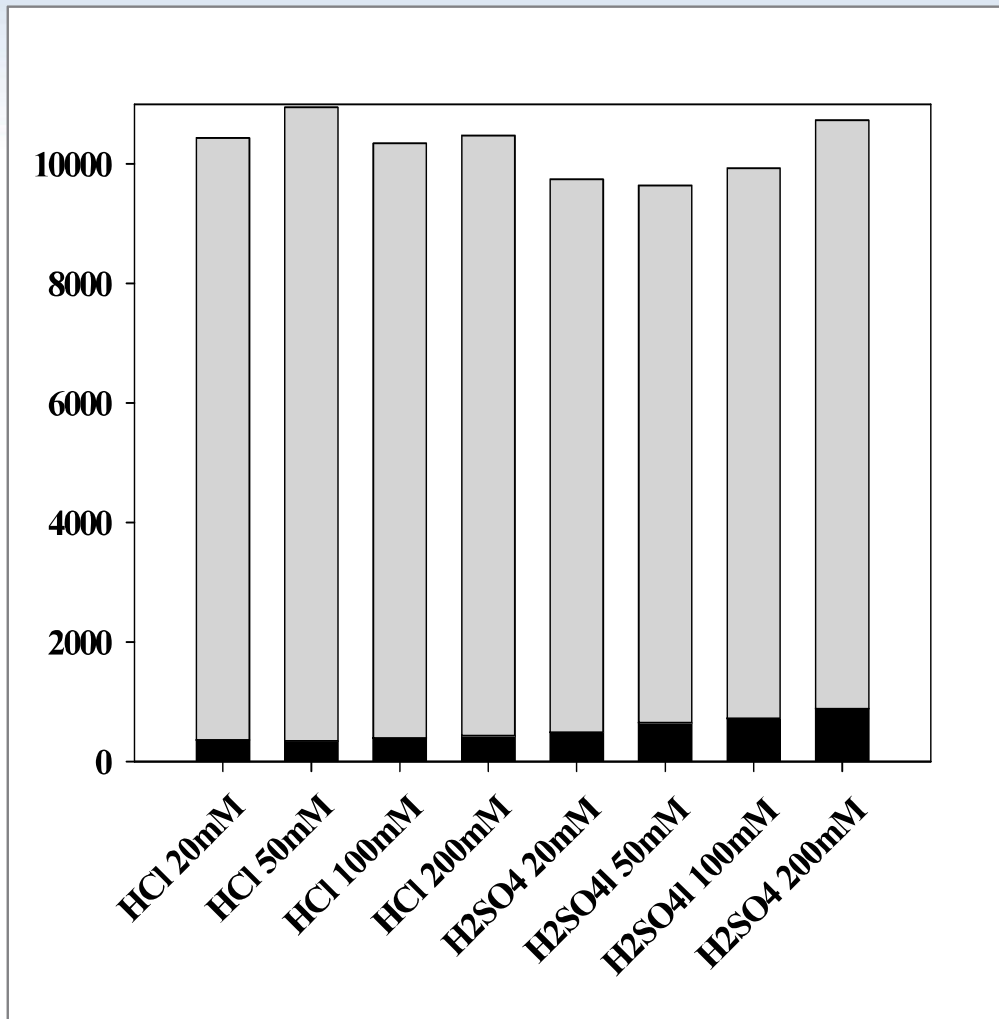
입도분포 (mm)	중량 (%)	총 크롬 (mg/kg)	6가크롬 (mg/kg)	카드뮴 (mg/kg)	납 (mg/kg)	아연 (mg/kg)	니켈 (mg/kg)	망간 (mg/kg)	마그네슘 (%)	철 (%)	칼슘 (%)	나트륨 (%)	칼륨 (mg/kg)
1~2	10.2	8,258	2,161	2.2	24.7	564.3	302.8	409.2	2.5	2.9	21	0.34	479
0.5-1	9.9	9,422	1,936	3.2	52.3	365.8	350.1	476.4	2.8	3.1	18	0.31	406
0.15-0.5	21.5	8,482	1,375	3.7	50.2	223.1	295.7	451.1	2.0	2.8	11	0.17	201
0.075-0.15	12.4	9,122	1,351	3.4	46.5	235.2	310.2	501.2	2.1	3.0	10	0.21	289
< 0.075	46.1	10,194	2,595	1.3	59.0	212.6	273.0	477.7	2.4	2.7	11	0.41	703

대상부지 오염토양 중금속 존재형태 분석

존재형태	제1, 2단계	제3단계	제4단계	제5단계	총 계
	이온교환 / 탄산염 형태	환원성 형태 (Fe-Mn Oxide)	산화성 형태 (S/Organic Complex)	잔류성 형태	
총 크롬 (mg/kg)	1,515	941	5,197	5,874	13,527
(%)	11.2%	7.0%	38.4%	43.4%	100

오염토양 기초특성 / 존재형태 분석 ▶ 현장 최적화 정화공법 설계인자 도출

토양세척 - 화학적세척 (Chemical Soil Washing)



■ 초기농도 : 9,400mg/kg

세척약품	크롬 총 함량	
	추출 (mg/kg)	잔류 (mg/kg)
HCl 20mM	364.1	10071.3
HCl 50mM	376.5	10600.9
HCl 100mM	398.3	9949.6
HCl 200mM	434.5	10045.2
H ₂ SO ₄ 20mM	496.0	9248.5
H ₂ SO ₄ 50mM	648.9	8996.2
H ₂ SO ₄ 100mM	727.7	9201.9
H ₂ SO ₄ 200mM	889.0	9846.0

화학적 세척 처리 효율 10% 미만 ▶ 현장 적용 제한

토양세척 - 습식입도분리 (Physical Soil Washing)

- 습식입도분리 적용성 시험을 위한 현장시험(Pilot Test) 장비 제작 / 설치
- 습식입도분리 공정을 통한 오염토양 입도분급 효율성 및 각 입도별 오염농도 측정

■ 습식입도분리 장비 공장제작 / 설치

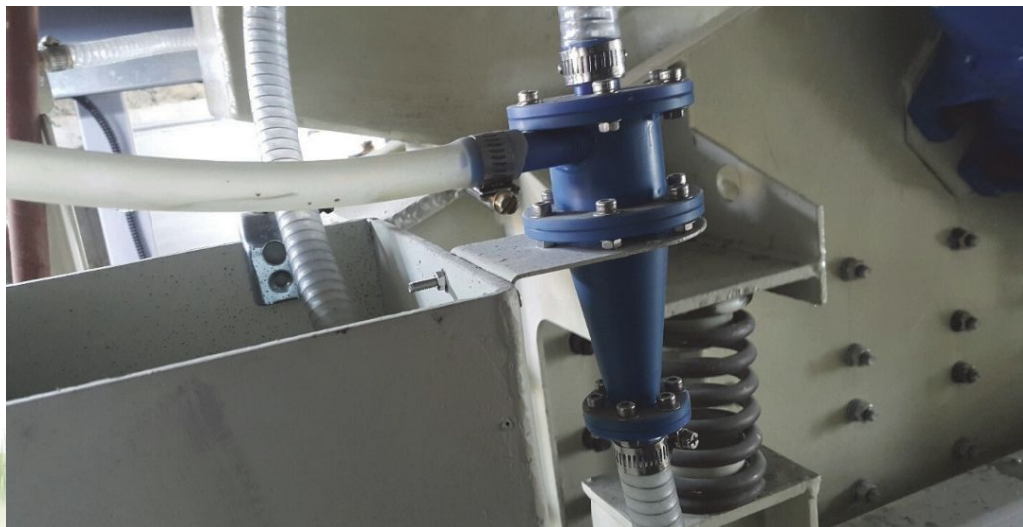


■ 장비 시운전

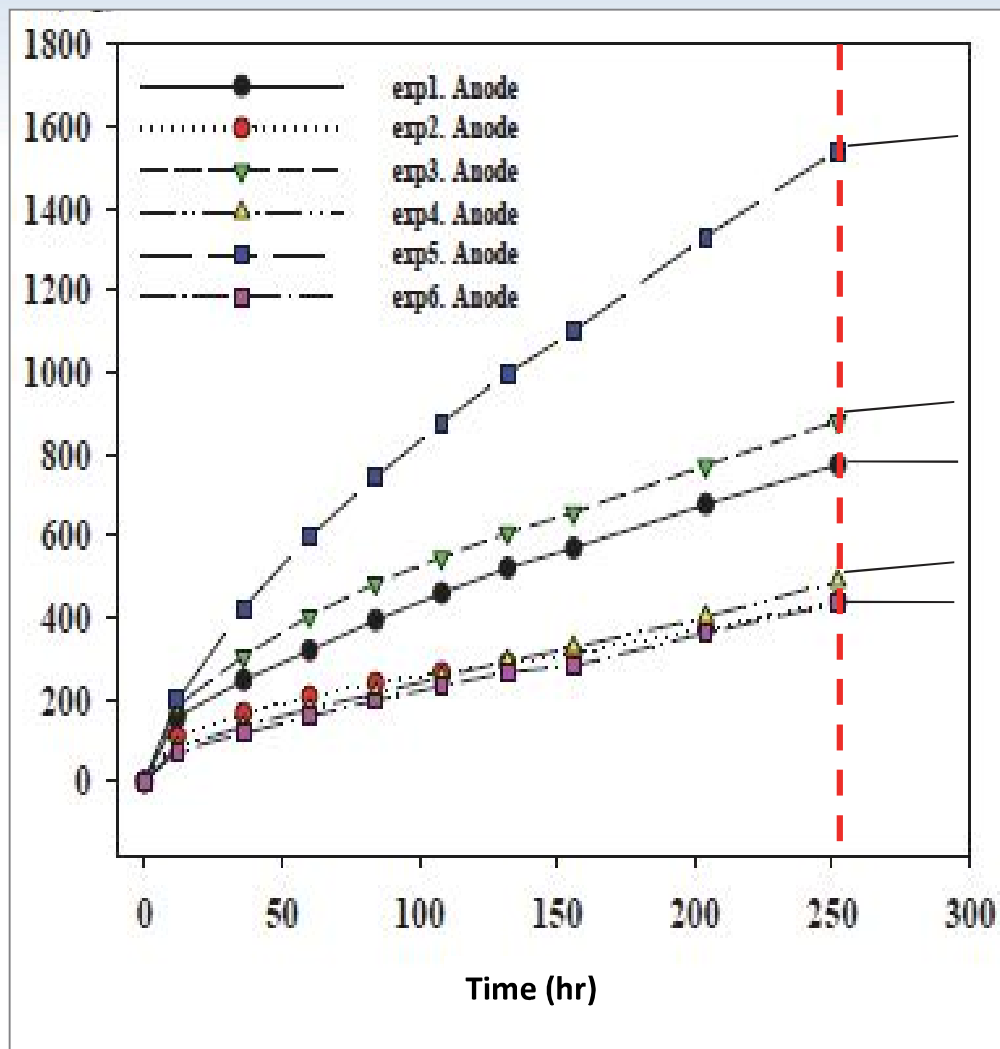


토양세척 - 습식입도분리 (Physical Soil Washing)

■ 습식입도분리 현장시험(Pilot Test)



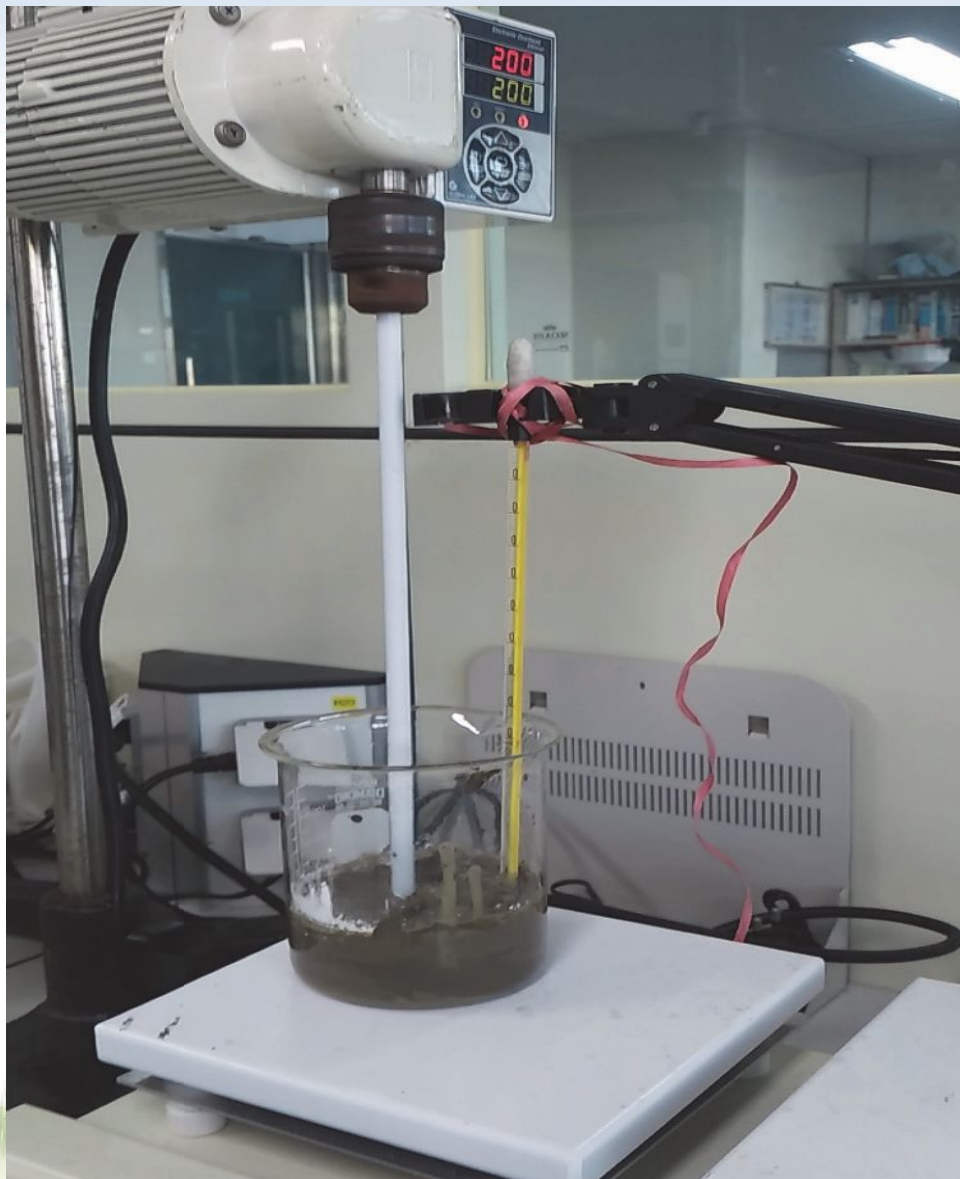
전기역학적 정화(Electrokinetics)



실험구	전압	양극	음극
Exp.1	10V	Ti	Ti
Exp.2	20V	Ti	Ti
Exp.3	30V	Ti	Ti
Exp.4	10V	Fe	Ti
Exp.5	20V	Fe	Ti
Exp.6	30V	Fe	Ti

초기농도 11,000 mg/kg ▶ 9,400 mg/kg(12일 후) ▶ 제거효율 저하

고형화(Solidification)



- 일반적인 포틀랜드 시멘트 대신 황을 용융시켜 고형화 공법 진행
→ 외부의 열원 없이 생석회를 통한 열원 발생 유도

생석회(CaO)	황(S)	투입비율
0 ~ 50%	0 ~ 50%	20 ~ 50%

황(S)40% + 145°C(20分)

오염토 1m³당 처리비용 700위안
▶ 높은 처리단가 / 경제성 저하

안정화(Stabilization) - (1)

▪ 약품선정 시험(반응시간 : 3~24시간, 고액비 : 0.5~1.0)

안정화제	0가철 (Fe0(ZVI))	2가철 (Fe ²⁺)	아이티온산 나트륨 (Na ₂ S ₂ O ₄)	구연산염 (Citrate)	바이오 숯 (BioChar)	흙산염 (Humate)
투입비율(%)	~ 20%	~ 30%	~ 30%	~ 20%	~ 20%	~ 20%



- 안정화제를 각각 또는 2~3개 종류를 혼합하여 총 20종류의 조합으로 안정화 시험 수행
- 5개의 실험구에서 6가크롬(Cr⁶⁺)의 농도 저감 확인 → 초기 2,200mg/kg ▶ 1~20mg/kg

안정화(Stabilization) - (2)

- 토양 pH 및 반응시간 경과에 따른 환원제 안정성 평가 (3가 크롬 → 6가 크롬 재산화 여부)

■ 시험방법 (고액비 1:10, 반응시간 336시간(2주))

▶ 안정화 조건 만족한 5개 실험구 내 토양 5g 채취 후 pH1, pH7, pH13 용액에 접촉



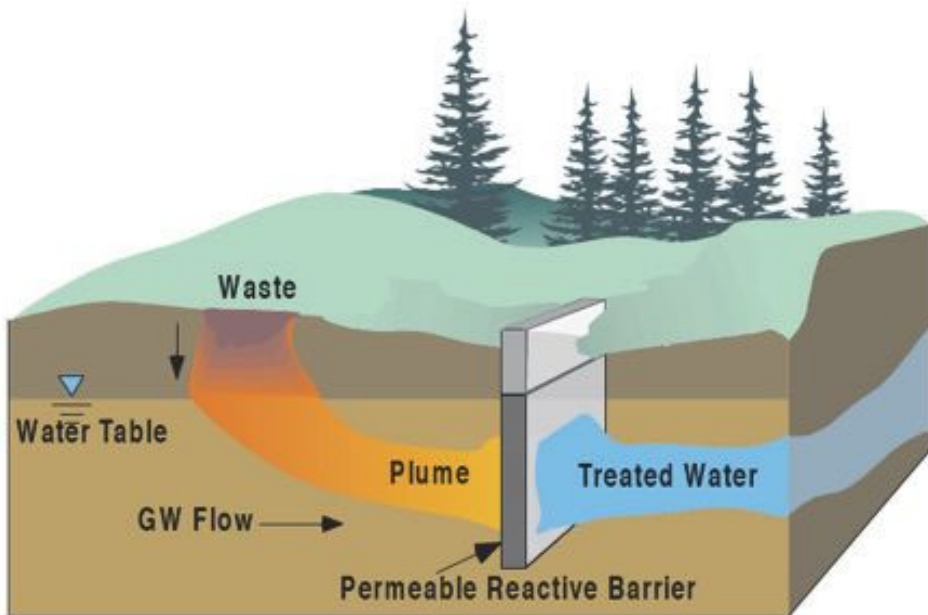
- 4개 실험구에서 각 pH용액 및 시간 경과에 따라 6가 크롬으로 재산화 ▶ 현장적용 불가
 - 각 pH용액의 6가 크롬 약 15 ~ 25 mg/L, 용액 내 토양시료의 6가 크롬 약 200 ~ 500mg/kg 재검출
 - 시간의 경과 및 토양 pH 변화에 의해 재산화되어 안정성이 없는 것으로 확인
- 1개 실험구에서 안정화 처리 이 후 유일하게 재산화되지 않고 안정성 유지
 - 용액 내 0.5~2mg/L, 토양시료 내 5~13mg/kg으로 정화기준 만족

대상부지 오염토양에 최적화된 안정화제 및 설계인자 확보 성공

부지 정화 방안 (1)

- 제1단계

- ▶ 부지 외곽에 지하수 흐름을 고려하여 PRB 벽체 설치 및 인접 강에 6가 크롬 오염 지하수 유입 방지



- 제2단계 ▶ 부지 내 오염토양 처리

부지 정화 방안 (2)

- 제3단계 ▶ 안정화공법 적용

오거 굴착(~심도20m)



선별(입도45mm)



안정화제 교반(비율1:0.5)



되메움 ▶ 반복처리

쿠웨이트 (KERP PJ)

개요

- 걸프전으로 대부분의 유정 파괴로 인한 토양오염 극심
- 약 700개 유정으로부터 원유 유출 및 방치
→ 유류호수 형성(49km²), 오염토양: 22,652,500m³, 유출량: 22,500,000 배럴





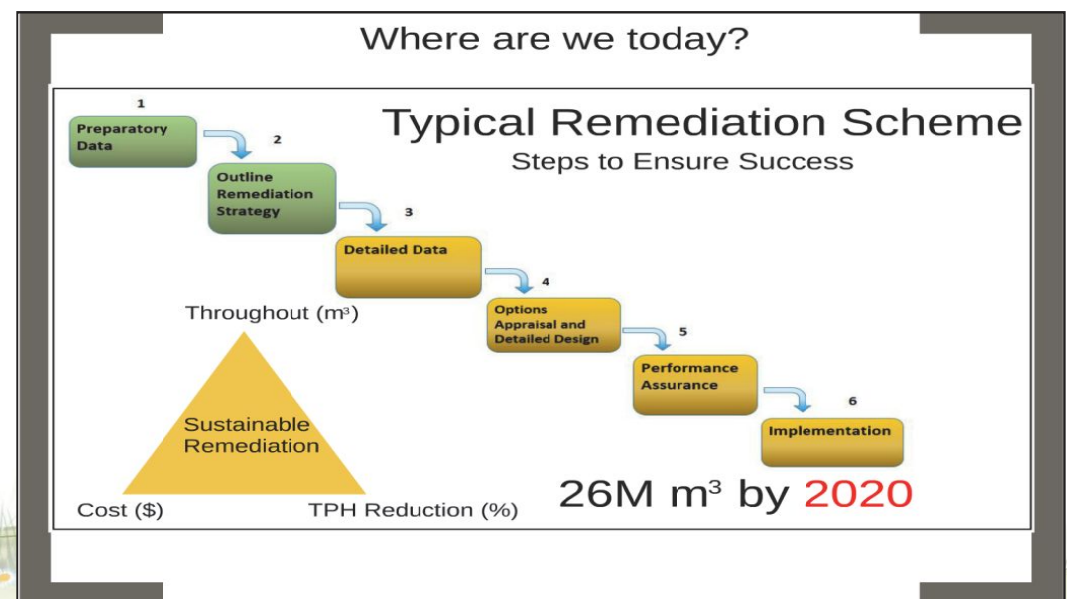
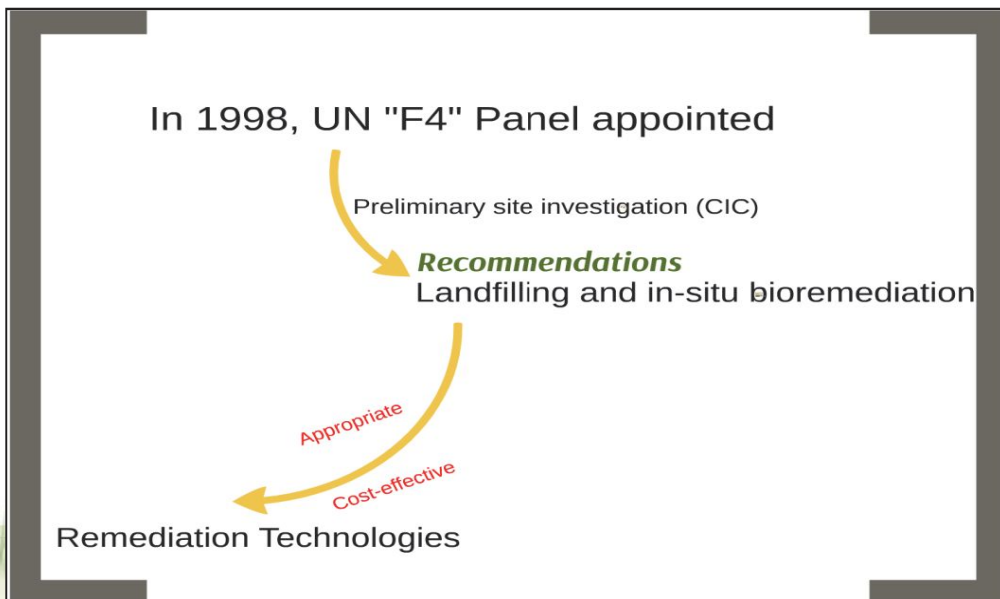
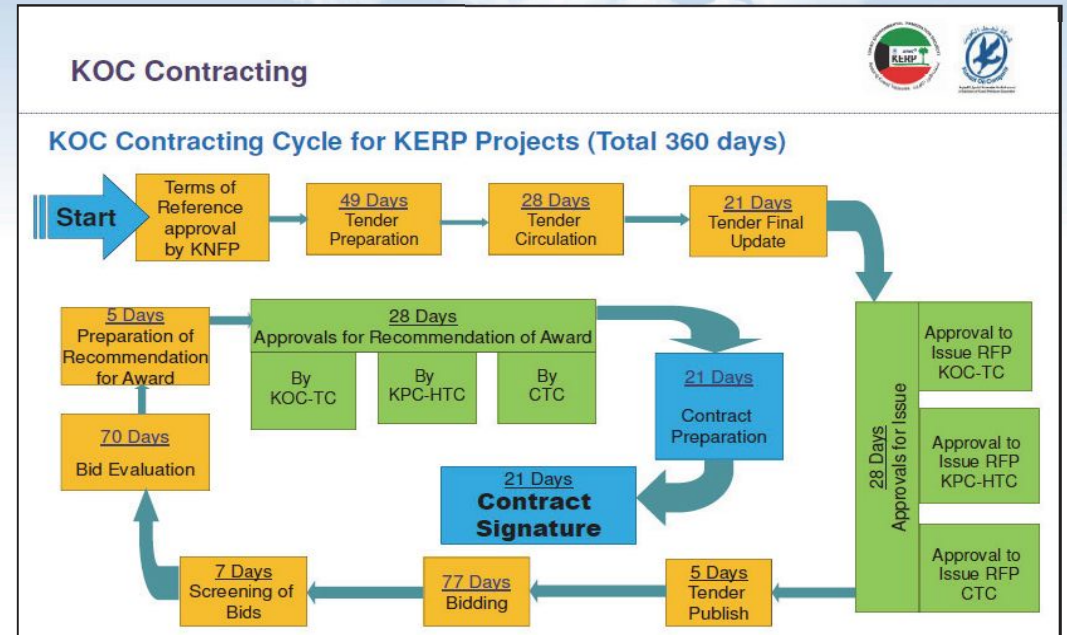

KERP: Kuwait Environmental Remediation Program

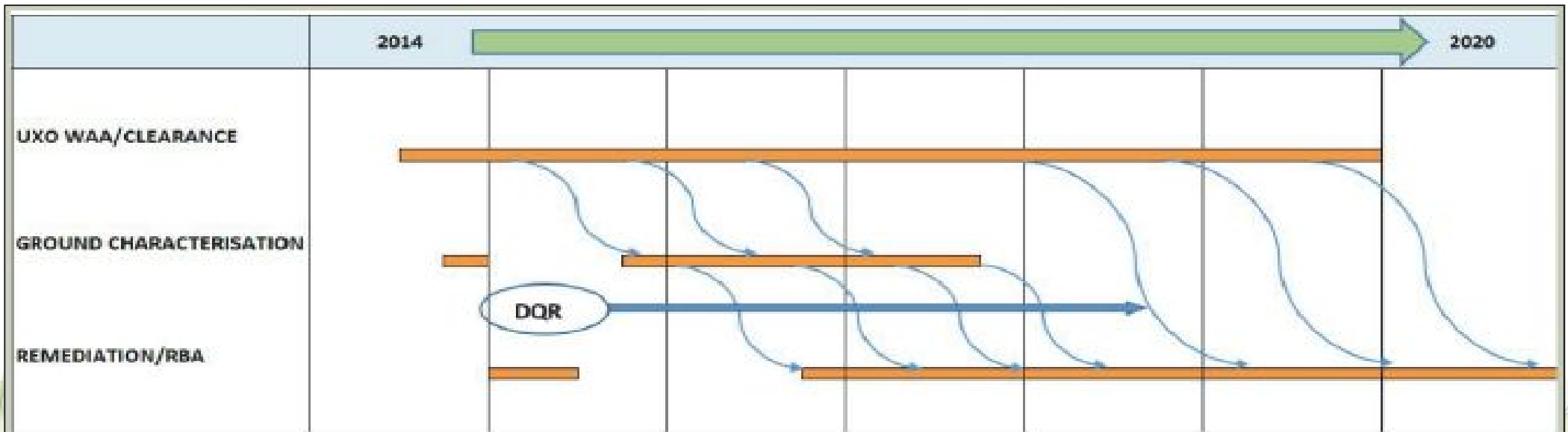
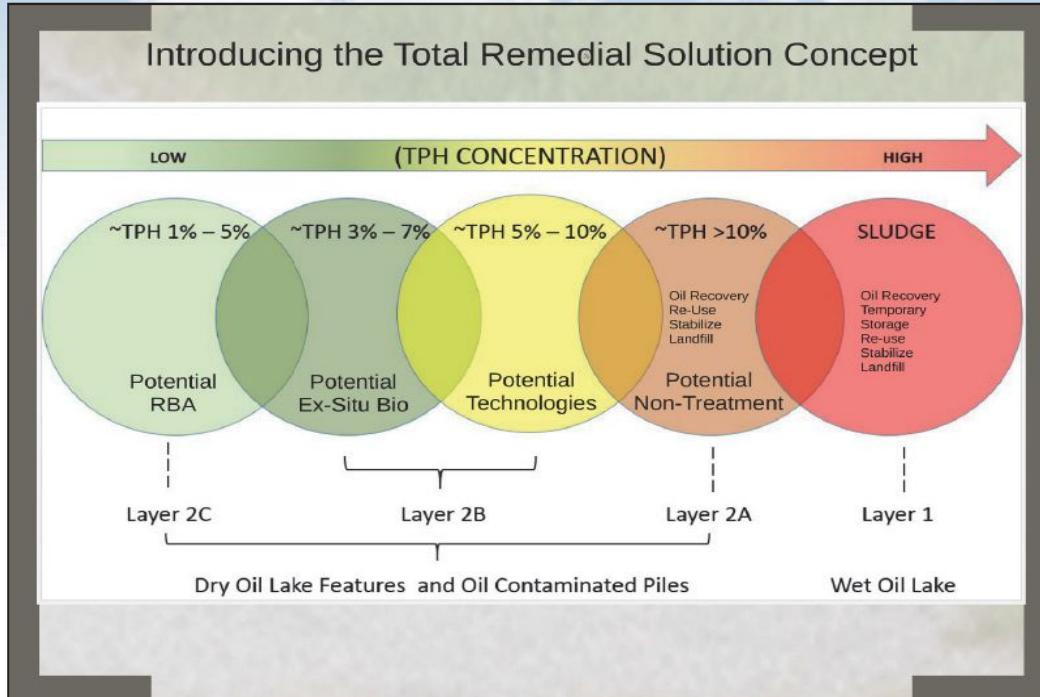
Remediation Technology Workshop : KOC Contracting

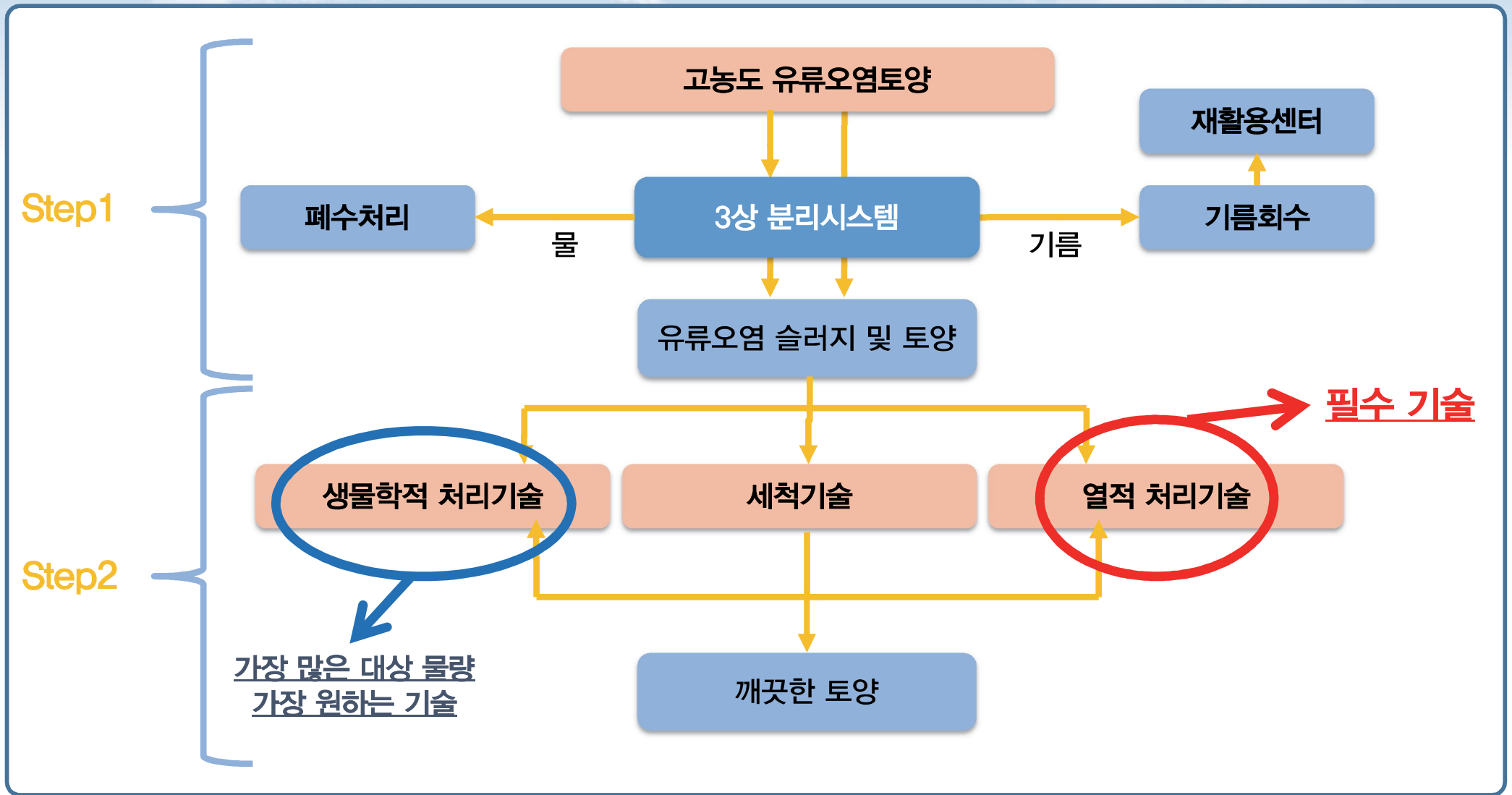
"Restoring Kuwait Treasures" 25 January 2015











기존 기술의 **현지 최적화 경험** 필수!! → 성공적 사업목표 달성에 중요한 요인

Engineering & R&D 확보(NCC)

Position of NCC

Hazard Waste Treatment License

KNPC Experience

Technology

Local law, equipment, labor & utilities

Lovecall from every bidder

- JV를 통해 토양기술 확보
- Operating Trouble Shooting 확보
- 한국 EPC 영업라인 확보
- 대기업 아닌 에코필 선택 이유



JV Agreement

- 기술 이전 비용 : 0 MUSD / 년 (5년)
- 합작 투자 계약 및 사업의 실행

해외진출 Risk Hedging (에코필)

NCC's Expectation for ECP

Real Experiences on various Soil Remediation

R&D

Low Cost

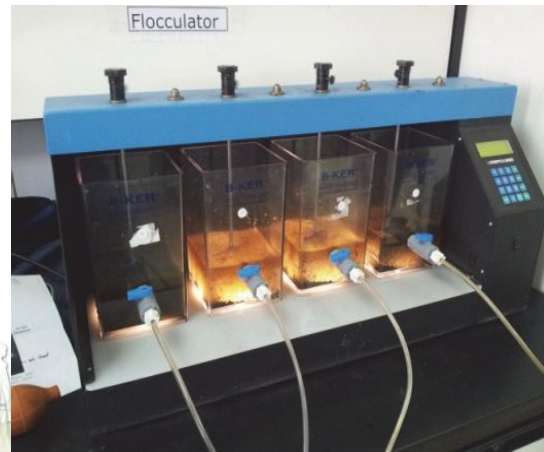
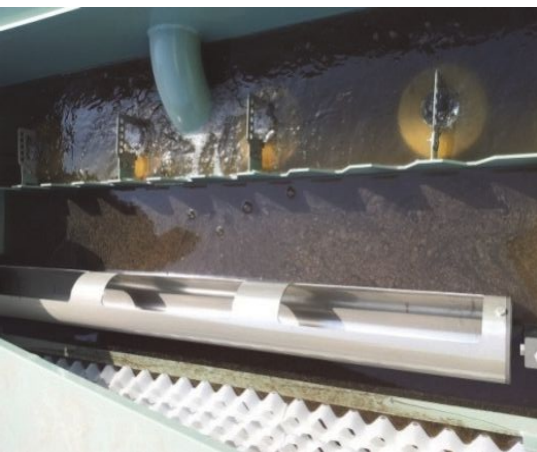
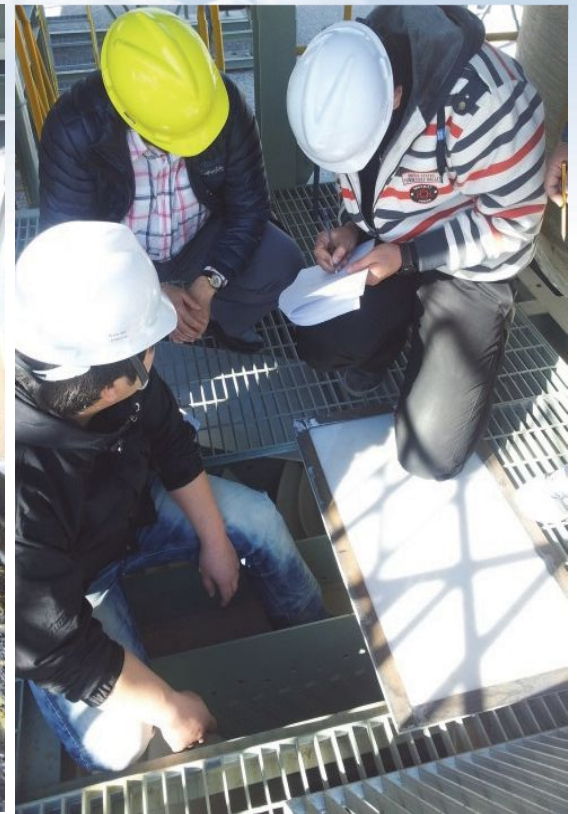
(Hard Working, Fast...)

Lowest Bidding & Trouble Shooting

- 에코필의 현지화 비용 최소화
- 공장/임대/인허가 노력 불필요
- Utility, Labor, License 완비
- 발주처 관계/영업 불필요
- 파트너이면서 고객
- 자금 sourcing 가능

 토양세척설비 수출 (처리용량 : 10m³/hr) : 2012년





🌱 생물학적 실험실 장비 설치 및 운영 (2013年)

미생물 배양실



분석실



• 현지 연구원들과 실험관련 정보 및 기술교류

- GC/MS & GC/FID 측정
- ICP/MS 측정
- Retort 측정
- Soxhlet 측정 (EPA 9071B Method 확립)
- 입도분포분석 기술교육
- 미생물배양 교육

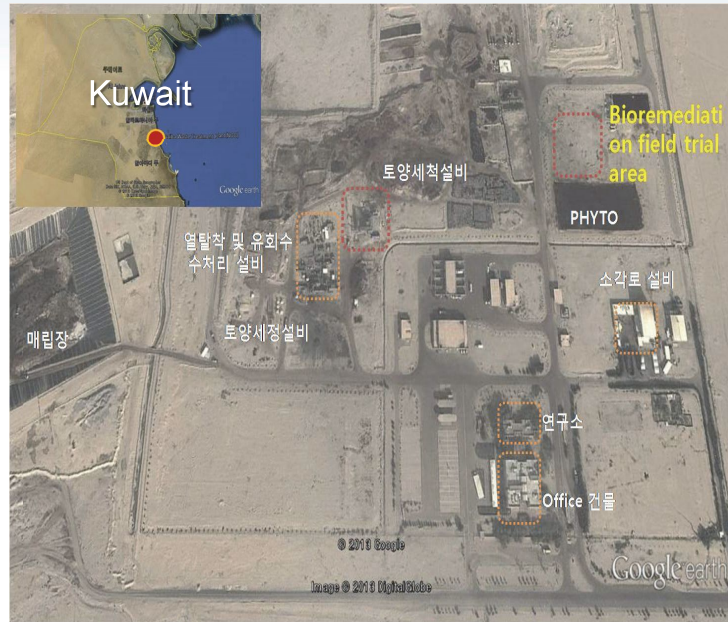
• 미생물 생산라인 구축 지원

- 보유균주 공급 / 균주 관리 / 균주 배양 / 생산방법 전수
- 신규 미생물 분리 / 신규 미생물 선정 방법에 대한 교육



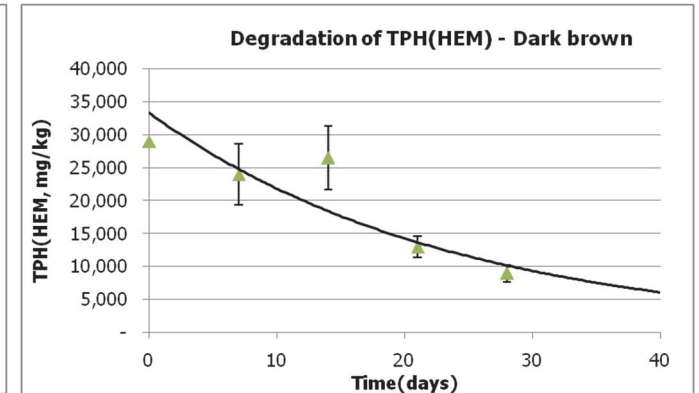
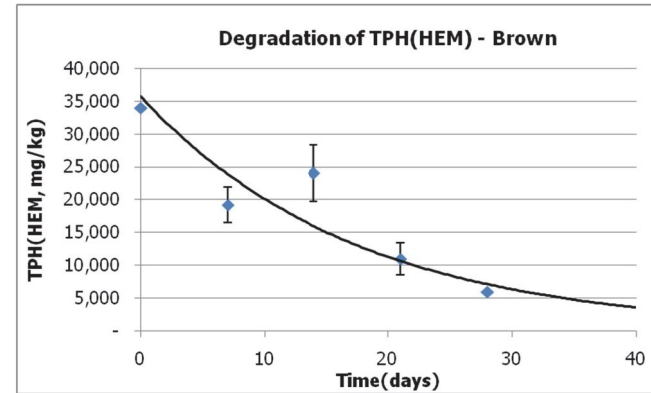
현지 분리된 미생물을 활용한 현장실험

❖ 현장실험 위치



❖ 현장실험 결과

day	0	7	14	21	28
Brown (TPH mg/kg)	34,000	17,300	21,000	8,800	6,000
Dark brown (TPH mg/kg)	29,000	20,800	23,200	11,900	9,900

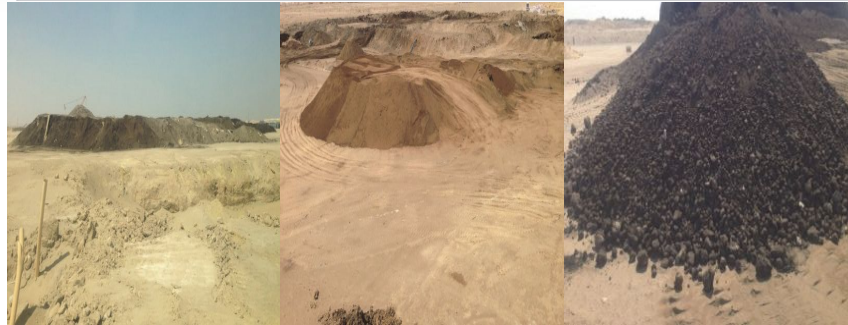


30일 이내 TPH 30,000mg/kg ▶ 10,000mg/kg 이하 제거

현지 최적화된 미생물의 분리

● Sample Collection / Culture

Sample Collection



Enrichment Culture

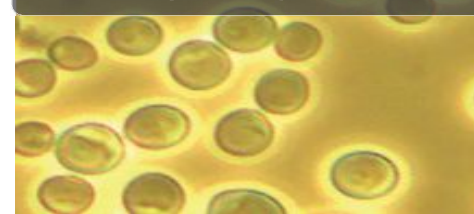


● Identification of Isolated Strains

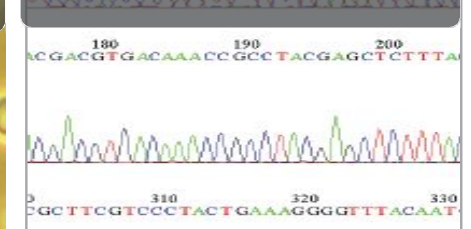
Colony (by photograph)



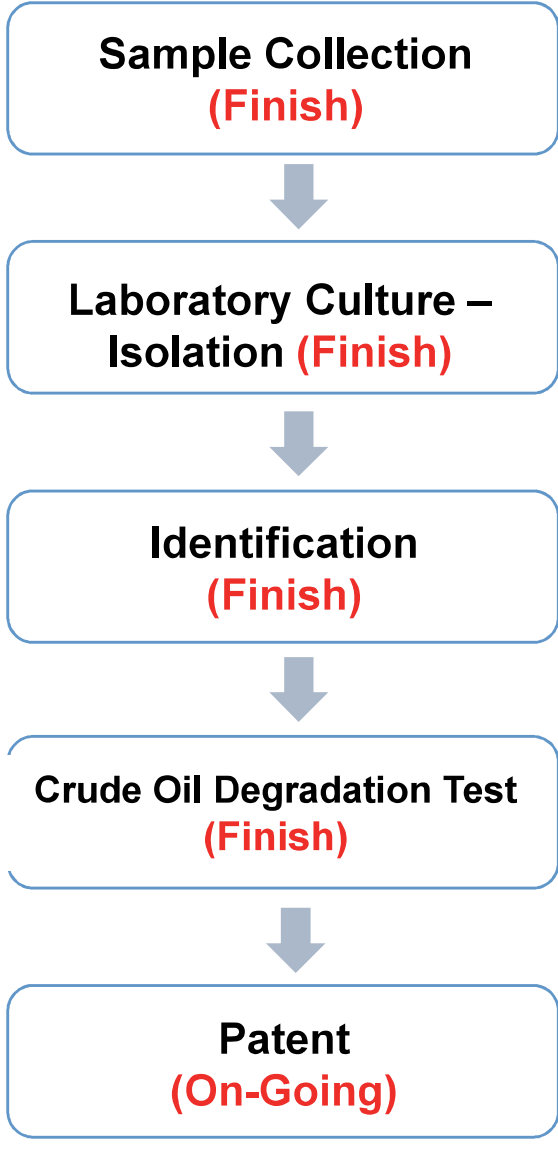
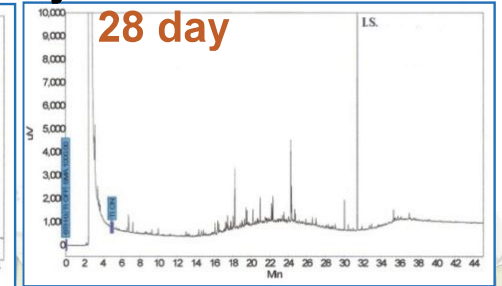
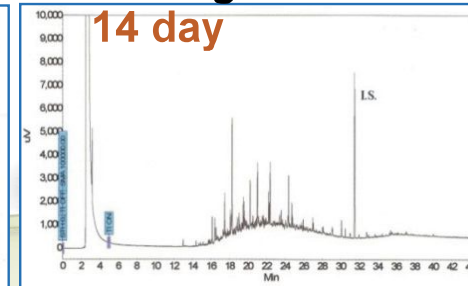
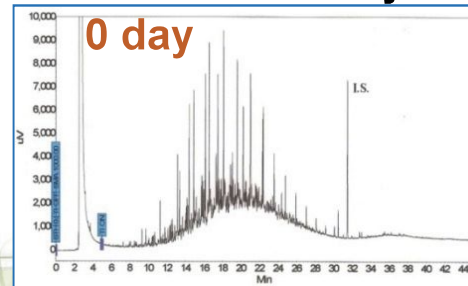
Microorganism (by photograph)



Sequencing



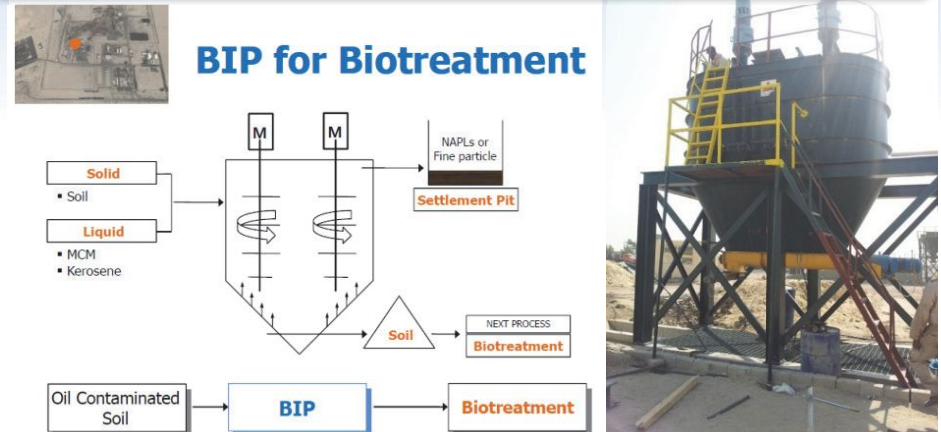
● Verification of Hydrocarbon Degradation Ability



미생물 현지 배양 성공



BIP Process 개발



Enhanced SWP 개발



열탈착 Process 최적화



구분	내용
사업명	<ul style="list-style-type: none"> 인도네시아 오염토양 정화 프로젝트 (PT. Pertamina Refinery Unit V site)
국가/발주처	<ul style="list-style-type: none"> 인도네시아, PT. Pertamina (국영석유회사)
예상발주금액	<ul style="list-style-type: none"> 총 공사비용 1,200만\$ (USD)
예상공사기간	<ul style="list-style-type: none"> 2015년 ~ 2020년 9월
처리방법	<ul style="list-style-type: none"> 열탈착 공법 (2014년10월 인도네시아 EPA 결정)
계약일정	<ul style="list-style-type: none"> 2016년 10월 TS 계약 (15만\$) 2017년 6월 제1차 계약 (300만\$) 2018년 6월 제2차 계약 (800만\$)

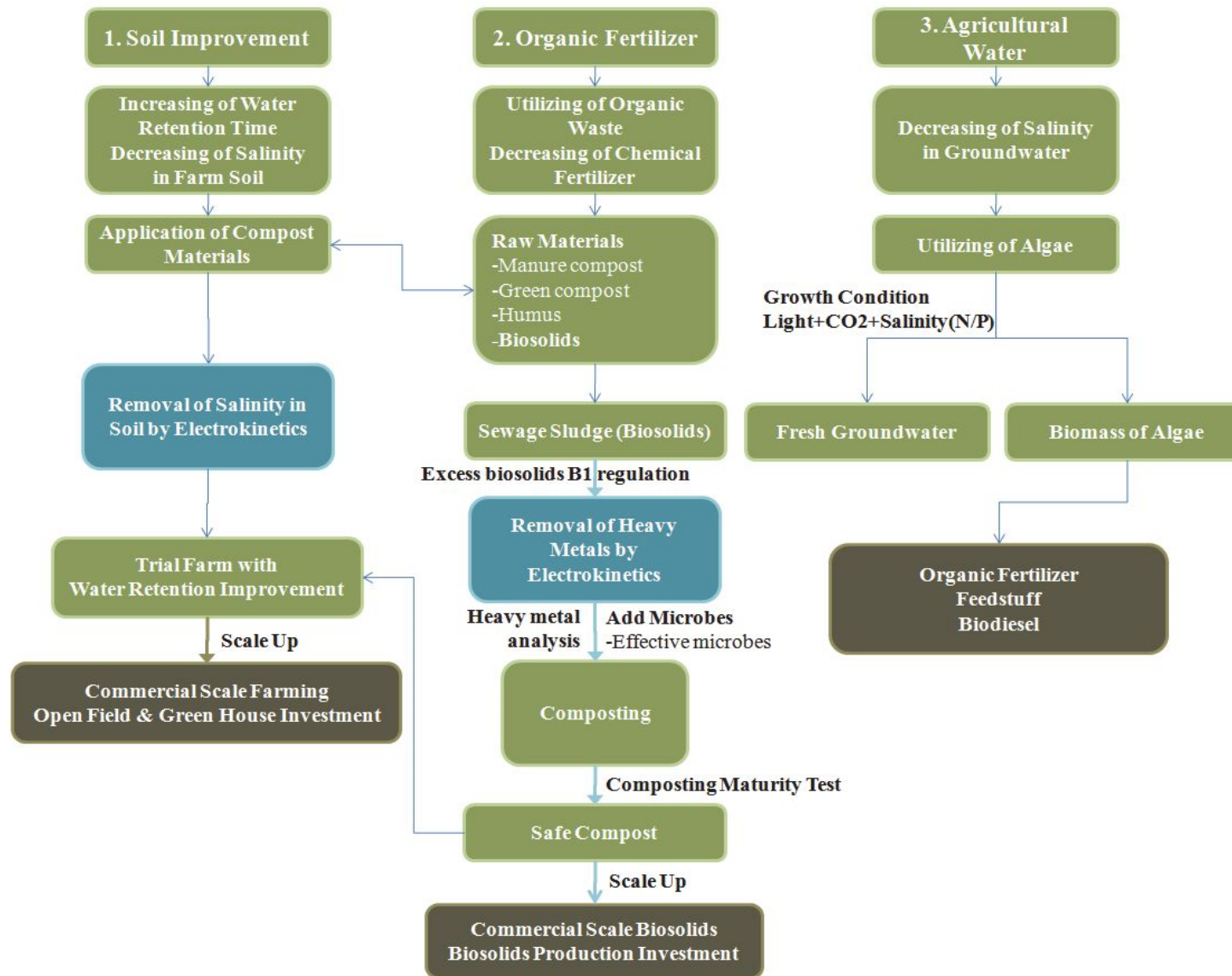




2014년 10월
EPA

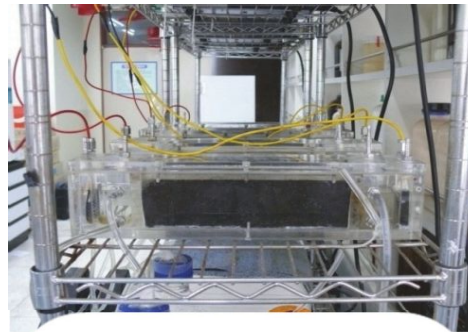


Electrokinetics : Food Security

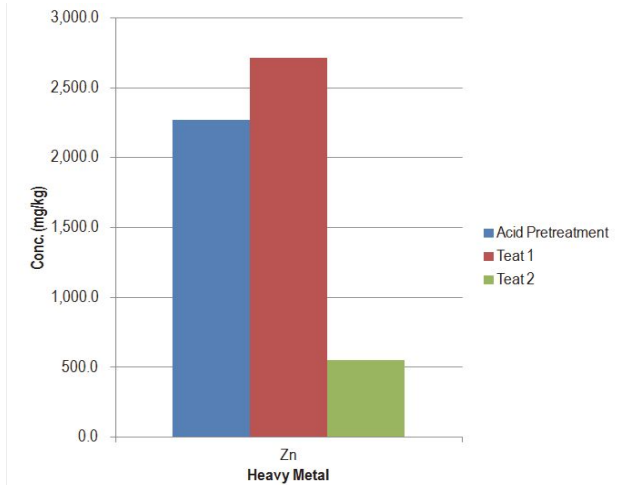
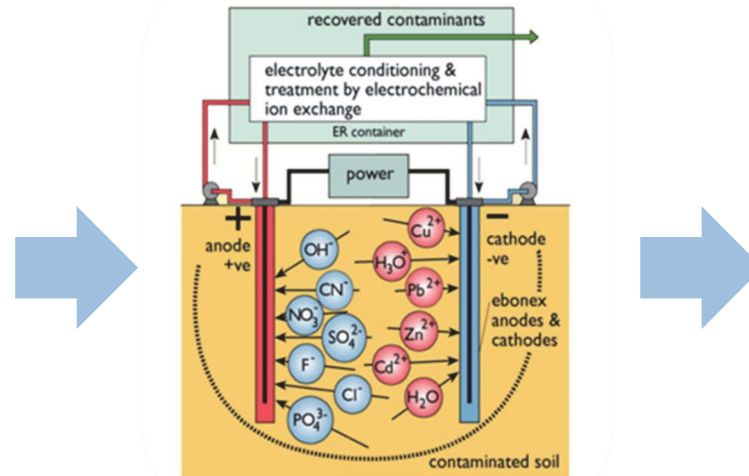


Electrokinetics: Production of Organic Fertilizer using Biosolids

Heavy-metal contaminated waste sludge



Application of Electrokinetic

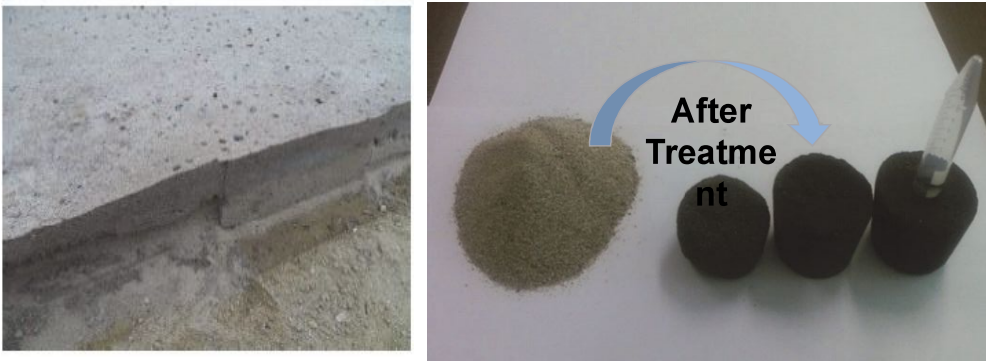


Standard (Abu Dhabi)	Sanitary										
	mg/kg-dry solid, ppm										
	As	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Mo	Ni	Se	Zn	
B1	Unrestricted use	20	1	400	150	300	1	20	60	3	300
B2	Controlled use	75	20	1,000	1,000	750	10	75	300	50	2,500
Sewage sludge		-	1.5	119	412	-	-	-	72	-	1,980

Zn: 2,270mg/kg
 → EK Treatment (2weeks)
 → 548mg/kg

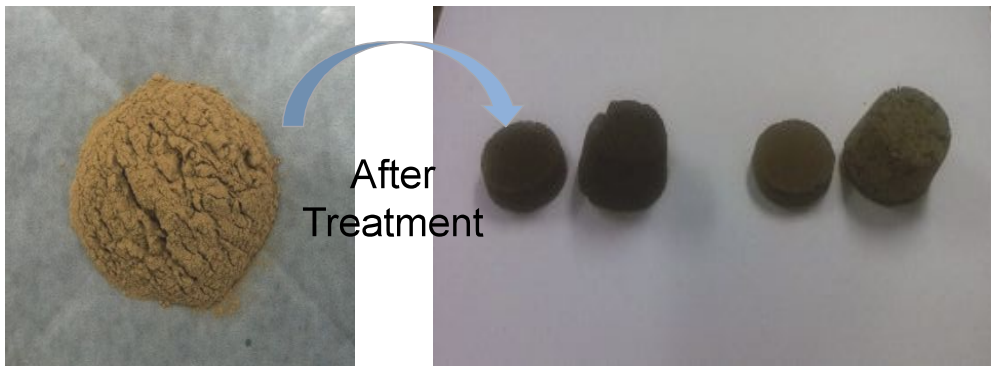
Global Frontier Project : Dust Control

Natural Source Treated Sand Soil



Depth of treated sand : 7~12cm

Treated Silt Soil (sand storm)



MICP Technology

MICP

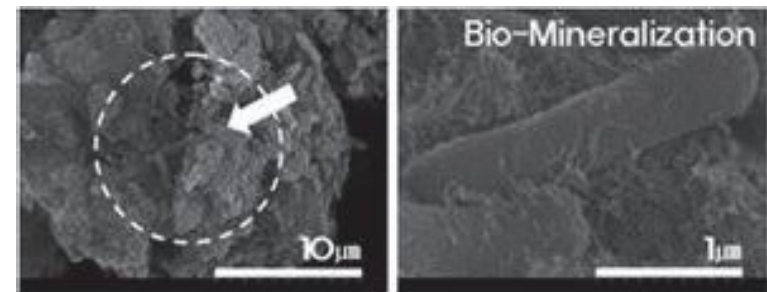
Microbial
Induced
Calcium
Carbonate
Precipitation

Microbes

Sporosarcina
Pasteurii

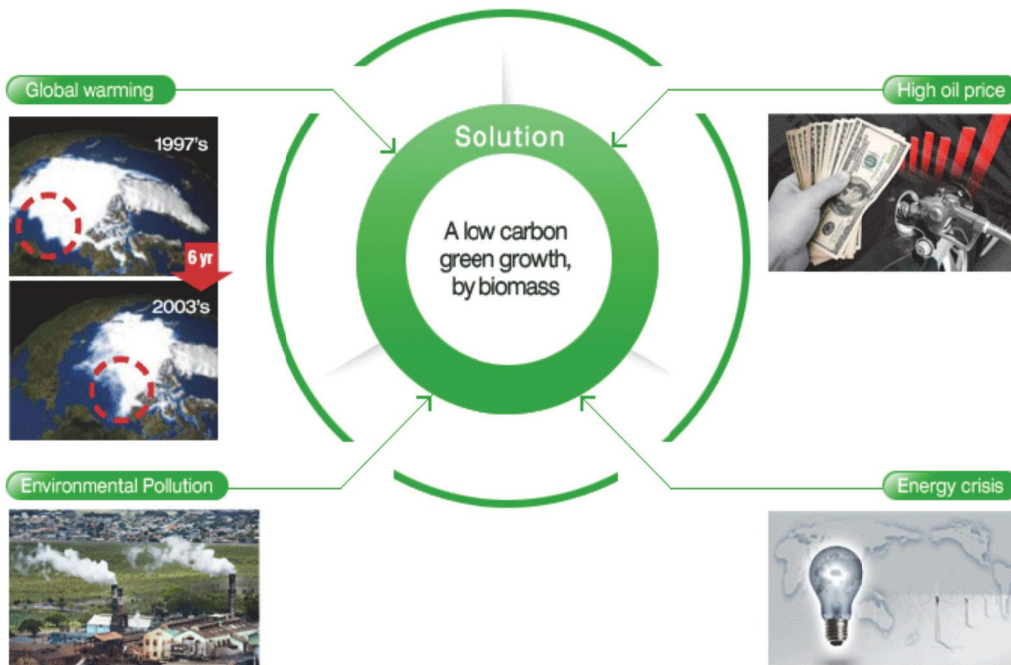
Reinforcement

Fibers
Polymers

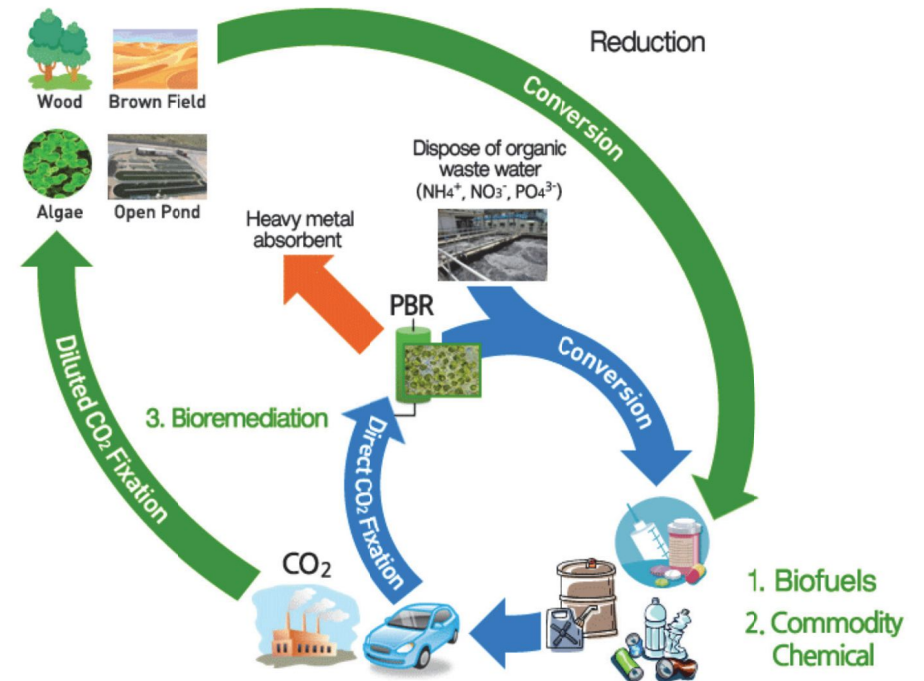


Global Frontier Project : Advanced Biomass R&D Project

- Biomass Project Background
 - Facing energy crisis caused by eco-crisis and high oil price result from the global warming
 - Under the low carbon green growth paradigm, multilateral effort are need to cope with global climate change



Carbon cycle economy based on biomass



Ecophile : Develop concentrated microalgae cultivation

함께 갑시다 !



ECOPhile
ECOPHILE CO., LTD.

- CEO : Sung-Hwan, KO
(고성환, 高成煥)
- Homepage :
www.ecophile.com
- E-mail :
ecophile@hanmail.net
- Tel. : +82-2-3461-5517
- Fax : +82-2-3461-5518
- CP : +82-10-4217-8414

감사합니다.

