

해양수산 R&D 기획연구

중금속 및 지속성 유기오염물질 오염 수저준설토 유효활용을 위한
현장정화기술 개발 기획연구

[수저준설토 유효활용을 위한 정화기술 개발 및 재생 기반 조성 연구]

2016년 5월

주관기관: 한국해양과학기술원



해양수산부



한국해양과학기술진흥원

Korea Institute of Marine Science & Technology Promotion

제 출 문

해양수산부 장관 귀하

한국해양과학기술원 원장 귀하

이 보고서를 “중금속 및 지속성유기오염물질 오염 수저준설토 유효활용을 위한 현장
정화기술 개발 기획연구” 과제의 보고서로 제출합니다.

2016. 5. 13

주관연구기관명: 한국해양과학기술원

주관연구책임자: 김 경 련

세부과제 책임자: 최 진 영 (추진체계, RFP)
원 은 지 (기술평가, TRM)

연구원: 김석현, 정창수, 김경태,
나공태, 김창준, 함돈식,
박미연, 강예희, 박신영,
임지영, 임채운, 정준모,
이나리, 정혜령, 이승용,
박승일, 김영아, 김혜경

자 문 위 원

1. 한양대학교 서울캠퍼스 법학전문대학원 김홍균 교수, 변호사 / 법·제도
2. 상명대학교 자연과학대학 이영미 교수 / 생태계 영향
3. 경북대학교 환경공학과 신원식 교수 / 유효활용
4. 한양대학교 서울캠퍼스 건설환경공학과 박재우 교수 / 유효활용
5. 한양대학교 에리카캠퍼스(안산) 해양융합과학과 문효방 교수 / 오염물질 거동
6. 한양대학교 에리카캠퍼스(안산) 해양융합과학과 신경훈 교수 / 정화기작
7. 서울여자대학교 경제학과 이준행 교수 / 경제성 평가
8. 에이치플러스에코(주) 공준 이사 / 정화 처리기술, 공정
9. (주)해강기술 오병철 대표이사, 박사 / 정화기술
10. (주)갑을메탈 박한상 대표이사 / 처분

보고서 요약서

과제 고유번호		해당단계 연구기간	2015.10.5.~ 2016.4.4	단계구분	기획
연구 사업명	중사업명				
	세부사업명				
연구 과제명	대과제명				
	세부과제명	중금속 및 지속성유기오염물질 오염 수저준설토 유효활용을 위한 현장 정화기술 개발 기획연구			
연구 책임자	김경련	해 당 단 계 참 여 연 구 원 수	총: 21 내부: 8 외부: 13	해당단계 구비 연	정부: 76,000,000 기업: 계
		총 연구기 간 참 여 연 구원수	총: 21 내부: 8 외부: 13	총연구비	정부: 76,000,000 기업: 계:
연 구 기 관 명 및 소 속 부서명	한국해양과학기술원		참여기업명	-	
국 제 공 동 연구	상대국명: - 상대국연구기관명: -				
위탁연구	연구기관명: - 연구책임자: -				
				보고서면수	
색인어 (각 5개 이상)	한 글	수저준설토, 유효활용, 중금속, 잔류성유기오염물질, 현장 정화기술			
	영 어	Dredged materials, Beneficial use, Heavy metals, Persistent organic pollutants, On-site remediation technologies			

요 약 문

1. 핵심 내용

수저준설토 유효활용을 위한 정화 기술 개발 및 재생 기반 조성 연구

2. 연구개발의 배경 및 필요성

1) 기술개발의 필요성

- ' 〇〇년부터 ' 13년까지 10년 간 공유수면 발생 수저준설토는 서울 남산(약 5백만 m³)의 약 5 배에 해당하는 물량이며, 약 89%가 매립, 약 4.6%가 해양배출로 처분됨 (해양수산부 항만국 항만개발과, 2014)
- 그러나 수저준설토는 자연환경에 존재하는 물질로서 폐기물이 아니며 함유된 오염물질을 저감시키는 정화(remediation) 및 입경별 분리 등 품질을 높이는 적절한 처리과정을 거쳐 유용한 자원으로 활용될 수 있는 물질임
- 현재까지 수심유지, 항만개발 등 공학적 이용 목적의 준설 사업으로 수거된 수저준설토에 대한 오염 현황 조사와 정화기준 및 환경 관리가 미비함

2) 기술개발의 중요성

- 수저준설 토사 해양배출은 중금속, 잔류성 유기오염물질 등의 오염물질들을 지속적으로 해양으로 유입시키고, 궁극적으로 저서생물 체내 오염물질 농축 등으로 인해 해양환경의 및 인간에게 독성, 발암유발, 내분비계 장애 등 나쁜 영향을 미칠 수 있음
- 수저준설토 중 일부 오염된 수저준설토 또는 해양오염퇴적물의 오염도를 저감시키기 위한 처리가 필요하며, 오염되지 않은 수저준설토를 활용 가치를 높이기 위한 입자분급 등 정화가 필요하나 현재 검증되었거나 실증된 정화기술은 극히 적음
- 미국, 유럽, 일본 등 선진국 사례처럼 수저준설토를 유용한 자원으로 활용하고, 준설토투기장 조성의 어려움을 해소하고, 해양환경을 개선하기 위해서는 수저준설토를 유효활용하기 위한 목적의 정화기술 개발 및 정화를 위한 제도적 기반구축이 필요함

3. 환경분석

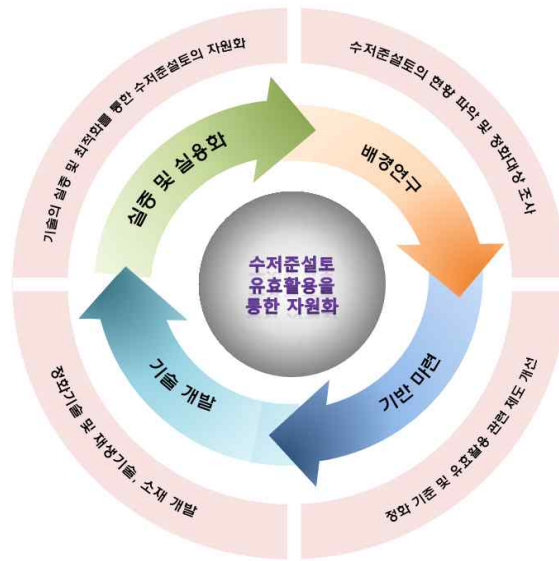
- 상기 문제를 해소하기 위하여 중앙정부(해양수산부)는 원활한 해양오염퇴적물 정화사업 추진을 위하여 해양수산 R&D과제로 “지속가능 해양오염퇴적물 정화기술 개발: 피복 및 현장 처리기술”을 추진하고 있으며, 결과물로 피복(in-situ capping) 소재개발, 기송방안 도출 및 주로 유기물(부영양물질)로 오염된 수저퇴적물 수거(준설)하는 현장에서 적용할 수 있는 처리기술 및 관련 제도 개선안을 개발함
- 수저준설토 관련 업체(준설업, 해양오염퇴적물수거업, 토양정화업 등)는 규모가 영세하며, 자본과 연구인력이 빈약하여 상당한 예산과 연구능력이 필요한 기술개발을 할 수 없으므로 정부 주도의 R&D 사업 추진이 필요함

4. 연구목표

- 공유수면에서 행해지는 다양한 목적의 준설사업 및 해양오염퇴적물 정화사업 중 발생하는 수저준설토의 처리에 대한 사회적, 환경적, 경제적 문제를 해결하기 위한 연구개발 추진 계획 수립
- 수저준설토의 유효활용을 위한 정화기술 개발 및 재생기술을 개발하고 수저준설토 유효활용과 상용화 기반 구축을 위한 타당성을 평가, 세부 추진계획 수립

5. 과제추진 전략

- 1단계 [배경 연구]: 오염수저준설토의 현황 파악 및 정화 대상 조사
- 2단계 [기반 마련]: 수저준설토 정화 기준 및 유효활용 관련 제도 개선을 통한 수저준설토 자원화 추진
- 3단계 [기술 개발]: 정화기술과 재생기술 개발을 통한 제도 개선 후 실용화 안 제시
- 4단계 [실증 및 실용화]: 기술의 실증 및 최적화를 통한 수저준설토 자원화



〈과제 추진 전략〉

6. 연구개발의 범위 및 내용

(1) 연구개발의 범위 및 성과물

- 국내·외 제도 및 정책동향분석
- 연구개발의 경제적 가치 평가
- 관련 분야의 국내·외 기술동향 분석
- 관련 분야의 국내·외 특허동향 분석
- 정책·시장·인프라 등의 현황 분석에 기반 한 SWOT분석
- 전문가 자문을 통한 기술개발 니즈 분석
- 기술개발의 방향 및 추진전략 도출
- 연구추진 타당성 검토 및 기본 방향 제시
- 연구의 성과 목표 및 성과물 제시
- 세부과제 도출 및 우선순위가 포함된 핵심 연구개발과제
- 세부과제 추진전략 도출
- 과제 기술로드맵(TRM) 도출
- TRM에 근거한 시계열적 과제로드맵과 연구개발비 설정
- 연구과제 소요예산 및 단계별 연차별 소요예산

- 연구 구성 체계 및 정책적, 기술개발 연계전략, 상용화 전략 도출
- 세부과제별 성과목표 설정
- 과제제안요구서 RFP작성

(2) 연구개발의 내용 및 방법

: 세부과제 및 세부연구과제 도출

- 연구개발의 핵심내용은 다음과 같이 아래 5단계로 구성되었으며 단계별 추진내용은 다음과 같다. 다음의 5개 단계 연구개발과정을 통하여 연구의 세부과제를 도출하였다
- 각 세부 연구개발 후보과제를 도출하기 위하여 연구개발의 수행과 함께 관련 전문가(연구분야 및 산업분야)로부터 세부과제 과제제안서를 받았다.
- 불특정 다수에게 [중금속 및 지속성유기오염물질 오염 수저준설토 유효활용을 위한 현장정확기술 개발] 관련된 설문조사를 하였으며, 그 결과를 토대로 수집된 후보과제에 대한 우선순위를 정하여 핵심 후보과제를 도출하였다.

<세부과제도출을 위한 단계별 연구내용>

연구과제 내용	연구개발의 방법
국내·외 환경 분석 및 필요성분석	국내외 정책/시장/기술/인프라 및 R&D투자 현황을 기반으로 SWOT 분석을 실시하여 미래시장대응전략을 수립하고 이를 통해 연구의 비전을 제시함. 그리고 수저준설토 정확기술 개발과 관련된 사업들의 프로세스 조사를 통해 핵심기술을 선정함
연구추진 타당성 분석 및 기본방향 설정	기술적 타당성, 정책적 타당성, 경제적 타당성 및 파급효과 등을 조사 분석하고 이를 통하여 연구추진의 타당성을 종합적으로 분석하고 연구추진의 기본 방향을 설정함으로써 연구개발의 최종 목표, 범위 및 성과물을 제시함
핵심세부과제도출	선정된 핵심기술에 대한 조사를 통하여 세부기술을 검토하고 세부 기술별 우선순위를 도출하여 세부기술을 선정함. 또 연구단계별 추진전략 도출 등을 통하여 핵심기술별 기술로드맵(Technology road map; TRM)을 도출하고 TRM에 근거한 시계열적 연구개발비
핵심세부과제도출	TRM에 근거한 시계열적 연구개발비를 기반으로 인력투입계획 및 연구 인프라 구축방안을 제시하고 연구 추진체계를 도출하여 연구 구성방안을 제시함 그리고 제시된 연구 구성/운영체계에 대한 적합성을 평가하여 최종적으로 연구 구성 체계 및 운영전략을 도출하고자 함
연구 추진 전략 수립	도출된 연구 구성 체계 및 운영전략에 대한 기술 개발의 가치를 평가하고 이를 기반으로 기술이전 및 해외시장 개척 전략 등을 수립. 연구의 파급효과 검토 및 평가를 통하여 연구 성과 활용방안을 제시하고 연구 RFP를 도출하고자 함

5. 연구개발결과

- 본 기획연구를 수행한 결과 중금속 및 지속성 유기오염물질 오염 수저준설토 유효활용을 위한 현장정화기술 개발 연구 과제의 3세부 과제 및 각 세부의 11개 (1세부 4개, 2세부 4개, 3세부 3개) 의 연구개발 후보과제를 도출하였다.
- 연구개발은 (1) 유효활용을 위한 수저준설토 표준평가지침 (2)준설토 정화 기술 개발 (3) 준설토 유효활용 소재 및 재생기술 개발의 세 가지 세부과제로 구분하였다.
- 각 기술에 대한 개발 내용 및 범위는 다음과 같다.
- 연구개발과제의 연차별 목표는 다음과 같으며, 도출된 세부과제의 RFP는 부록에 첨부하였다.

〈도출된 세부과제 및 각 세부의 후보 연구과제〉

세부과제	연구개발의 방법
1 : 위한 수저준설토 표준평가지침	1) 수저준설토 내 중금속의 존재형태를 고려한 평가기법 및 기준(안) 개발 2) 수저준설토 내 잔류성유기오염물질(POPs) 및 신규유기오염물질 동시·신속 다성분 분석 기법 개발 3) 수저준설토 내 입자 크기별 유기물 및 난분해성 유기물 (Non-degradable Organic Compounds) 오염 특성 규명 4) 수저준설토 생태영향평가기법 및 환경기준 연구
2세부과제: 준설토 정화기술 개발	1) 중금속 및 잔류성 유기오염물질 최적화 정화 기작 구축 2) 중금속 존재 형태별 target specific 정화 기술 개발 3) 모듈식 정화 바지선 공정 개발 및 설계 4) 수저준설토 처리 환경 영향평가 및 오염최소화 방안 구축
3세부과제: 준설토 유효활용 소재 및 재생기술 개발	1) 친환경 개질을 통한 수저준설토 재생기술 개발 2) 산업부산물 소재를 이용한 수저준설토 유효활용 기술 개발 3) 건설순환자원을 이용한 수저준설토 유효활용 기술 개발

〈도출된 연구개발과제의 연차별 목표〉

연차	목표
<p>1차년도 (2017)</p>	<p>수저준설토 관련 법·제도 검토 및 기준 마련</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수저준설토 내 오염물질 프로파일 구축 및 정화 기준안 마련 - 수저준설토 관련 법·제도 정비 방안 초안 개발 - 기술개발의 경제성 평가 <p>수저준설토 유효활용 정화기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 실시간, 대용량 수저준설토 분리 기술 기초 개발 - 중금속 및 잔류성유기오염물질 정화 기작(Mechanism) 개발 - 수저준설토 처리 과정 및 처리 산물에 의한 환경영향 조사 <p>처리기술 공정 설계</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국·내외 수저준설토 현장 정화 관련 기술 조사 및 주요 설계 요소 도출 <p>수저준설토 유효활용 기반 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> - 유효활용 소재 개발 - 재생기술 공정 개발 및 설계 - 재생기술의 경제성 평가
<p>2차년도 (2018)</p>	<p>수저준설토 관련 법·제도 검토 및 기준 마련</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수저준설토의 중금속·잔류성유기오염물질 표준평가방법 개념설계 - 수저준설토 생태계 영향 평가 방안 개념설계 - 정화 처리 기준 개발 - 유효활용을 위한 의사결정 도구 개발 - 유효활용을 위한 수저준설토 환경 관리 세부 지침 개발 <p>수저준설토 유효활용 정화기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 실시간, 대용량 수저준설토 분리 기술 개발(Lab. scale) - 중금속 및 잔류성유기오염물질 정화 공정 개발(Lab. scale) - 수저준설토 처리 과정 및 처리 산물에 의한 환경영향 조사 <p>처리기술 공정 설계</p> <ul style="list-style-type: none"> - 처리기술 공정 개념설계 <p>수저준설토 유효활용을 위한 재생기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 유효활용 소재 개발(계속) - 재생기술 공정 개발 및 설계(계속)
<p>3차년도 (2019)</p>	<p>수저준설토 관련 법·제도 검토 및 기준 마련</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수저준설토의 중금속·잔류성유기오염물질 표준평가방법 개발 - 수저준설토가 해양환경 및 생태계에 미치는 영향 평가 방안 기법 개발 - 수저준설토 정화 의사결정 도구안 확립 - 수저준설토 유효활용 의사결정 도구안 확립 <p>수저준설토 유효활용 정화기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 실시간, 대용량 수저준설토 분리 기술 개발(Pilot scale) - 중금속 및 잔류성유기오염물질 정화 공정 개발(Pilot scale) <p>처리기술 공정 설계</p> <ul style="list-style-type: none"> - 처리기술 공정 상세설계 <p>수저준설토 유효활용 기반구축 및 재생기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 유효활용 소재 개발(계속) - 소재의 성능평가 및 실용성 확인 - 재생기술 공정 개발 및 설계(계속)

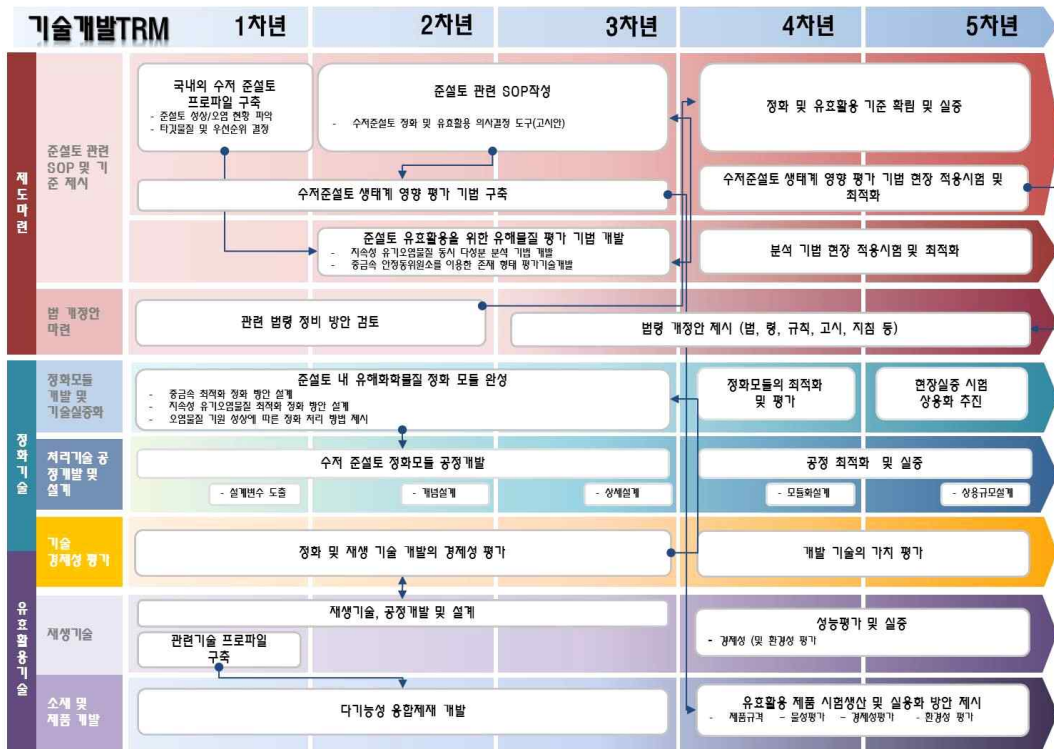
<p>4차년도 (2020)</p>	<p>수저준설토 관련 법·제도 검토 및 기준 마련</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수저준설토의 중금속·잔류성유기오염물질 표준평가방법 시험 적용 - 수저준설토가 해양환경 및 생태계에 미치는 영향 평가 방안 시험 적용 - 개발된 정화기술의 경제적 가치 평가 - 법제화 자문 및 지원 <p>수저준설토 유효활용 정화기술 최적화 및 기술 기초 시험</p> <ul style="list-style-type: none"> - 정화 처리기술 공정의 최적화 기초 시험 <p>처리기술 공정 설계</p> <ul style="list-style-type: none"> - 처리기술 공정 모듈화 설계 <p>수저준설토 재생 기술 최적화 및 기술 기초 시험</p> <ul style="list-style-type: none"> - 재생기술 공정의 최적화 기초 시험 - 재생 산물 평가(규격, 물성, 성능 및 가치) 방안(초안) 개발 - 재생기술 실증(초안) 개발
<p>5차년도 (2021)</p>	<p>수저준설토 관련 법·제도 검토 및 기준 마련</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수저준설토의 중금속·잔류성유기오염물질 표준평가방법 최적화 및 실증 - 수저준설토가 해양환경 및 생태계에 미치는 영향 평가 방안 최적화 및 실증 - 법제화 자문 및 지원 <p>수저준설토 유효활용 정화기술 최적화 및 기술 실증</p> <ul style="list-style-type: none"> - 정화 처리기술 공정의 최적화 - 정화 처리기술 실증(안) 개발 <p>처리기술 공정 설계</p> <ul style="list-style-type: none"> - 처리기술 공정 상용 규모 설계 <p>수저준설토 재생 기술 최적화 및 기술 실증</p> <ul style="list-style-type: none"> - 재생기술 공정의 최적화 - 재생 산물 평가(규격, 물성, 성능 및 가치) 방안 개발 - 재생기술 실증(안) 개발

6. 연구개발결과의 활용계획 및 기대 효과

- 수저준설토 관련 업체(준설업, 해양오염퇴적물수거업, 토양정화업 등)는 규모가 영세하며, 자본과 연구 인력이 빈약하여 상당한 예산과 연구능력이 필요한 기술개발을 할 수 없으므로 정부 주도의 R&D 사업 추진이 필요함
- 또한 핵심, 원천 기술개발이 성공할 경우를 상정하면, 수저준설토의 유효활용 및 준설 사업 선진화를 실현함과 동시에 해양오염퇴적물, 육상의 오염토양 및 공공수역 퇴적물(하천, 호소, 저수지, 댐 등) 등 관련 환경시장에 적용할 수 있으며, 새로운 해외시장 창출로 경제성장과 일자리 창출에 기여할 수 있으므로 상기 기술개발이 매우 중요함

〈연구개발결과의 활용계획 및 기대 효과〉

구 분	내 용
성과	<ul style="list-style-type: none"> • 과제창출, 연구개발 과제 로드맵 및 평가기준 설정 • 수저준설토 유효활용을 위한 현장 정화 기술 개발 및 활용 기반 구축 • 수저준설토의 주요 오염물질 규명 및 정화를 위한 핵심, 원천기술 확보를 위한 방향 설정 • 수저준설토 중간 및 최종처분장 확보를 위한 과학적, 기술적 연구개발 및 검증을 위한 기반을 마련 • 개발된 수저준설토 유효활용을 위한 현장 정화 기술의 산업화(기술이전)를 통하여 • 국내 관련 환경산업의 선진화 기반 구축 및 국제 경쟁력 확보를 위한 기초 마련 • 수저준설토 유효활용을 위한 현장 정화기술 개발로 관련 정화사업 신기술 개발 촉진 및 준설산업의 녹색산업화 기여
활용방안	<ul style="list-style-type: none"> • 신규 해양수산연구개발(R&D) 과제의 과제제안요구서(RFP)로 활용 • 연구그룹 운영의 기획자료, 조직구성, 운영 및 향후 과제 공개모집에 기초 자료로 활용 • 성과목표, 평가방법 및 기준을 향후 연구과제의 종합 관리를 위한 기초 자료로 활용 • 연구의 타당성 확보, 연구내용과 범위 설정 및 예산 산정을 위한 기초 자료로 활용 • 중앙정부(해양수산부)의 관련 정책·법·제도 개선을 위한 기초 자료로 활용
기대효과	<ul style="list-style-type: none"> • 수저준설토 유효활용을 위한 정화기술개발 과제도출로 인한 준설산업을 새로운 부가가치 산업으로 전환 • 폐기되던 준설토의 유효활용 가능성 기반구축을 통한 해양환경 관련 산업기술 성장에 기여 • 제안된 연구개발 과제의 타당성 조사를 통한 기술 실용화 가능성 향상에 이바지 • 수저준설토 유효활용을 위한 정화복원 분야의 효율적이고 일관적 업무수행 구현 • 제안기술 관련 대학, 연구 및 산업 분야의 현장 실용화 및 융합 연구 기반 구축 • 해양환경 개선을 통한 연안지역(해역, 육역)의 관광, 레저 등 다양한 목적의 이용 활성화 등 경제적 부가가치 향상을 통하여 지역주민 및 국민의 삶의 질 향상 가능성 제시 • 해양환경 보전에 대한 국민의 의식수준 향상 • 준설토투기장 확보의 어려움 및 갈등 해소 가능 • 기존의 준설토투기장의 사용주기 연장



〈기획연구의 기술개발 로드맵(TRM)〉



〈기획연구의 과제로드맵〉

목 차

제 1장 연구개발과제의 개요	1
1.1 기획연구의 최종목표	1
1.2 기획연구의 세부 목표 및 내용	1
1.3 기획연구의 필요성	2
(1) 연구개발의 배경	2
(2) 국외 준설 현황 및 수저준설토 정화·유효활용 기술	7
(3) 연구개발의 방향 및 기술의 개요	11
제 2장 국내외 환경 분석 및 대응전략	12
2.1 국내·외 제도 및 정책동향분석	12
2.1.1 국내 제도 분석	12
(1) 수저준설토 처리 관련법	12
(2) 수저준설토 유효활용 관련법	13
2.1.2 국제 정책 동향	13
2.2 경제적 가치 평가	14
2.2.1 경제성 평가의 필요성	14
(1) 경제성 평가 시 고려할 사항	15
(2) R&D 과제 추진에 필요한 연구 범위 및 방법	15
(3) 결과	16
2.3 기술동향 분석	19
2.3.1 국내·외 기술수준 분석	19
2.3.2 국내 연구수준 분석	19

2.3.3 특허동향	23
가. 특허 검색	22
나. 특허 동향 분석	32
(1) 분석배경 및 목적	32
(2) 분석 범위	32
(3) 분석 방법	38
(4) 분석 결과	41
2.4 정책·시장·인프라 등의 현황 분석에 기반한 SWOT분석	50
2.4.1 현황 분석	50
2.4.2 SWOT 분석	50
가. SWOT분석	50
나. SWOT분석을 기반으로 한 추진 전략	51
2.5 전문가 자문을 통한 기술개발 니즈 분석	53
2.5.1 제 1차 자문회의	53
2.5.2 제 2차 자문회의	55
2.5.3 제 3차 자문회의	57
2.6 연구개발의 타당성 종합분석 결과	59
2.6.1 정책적 타당성	59
2.6.2 기술적 타당성	59
2.6.3 경제적 타당성	59
제 3장 기술개발의 비전 및 목표	61
3.1 기술개발의 비전	61

3.2 최종기술개발 목표 및 범위	62
3.2.1 최종기술개발의 목표	62
3.2.2 중점 기술개발 범위	62
가. 기술개발의 방향	62
(1) 정화기술	63
(2) 재생기반기술	64
3.3 연구개발 추진전략	66
3.3.1 연구단계 설정	
3.3.2 기술개발 추진전략	66
제 4장 연구과제 구성 계획	67
4.1 세부과제 구성 체계	67
4.1.1 기술구성체계 도출	68
4.2 세부과제 간 연계	69
4.2.1 세부과제 간 연계	69
4.2.2 기술개발 로드맵 (TRM)	70
제 5장 세부과제 추진전략	71
5.1 세부과제별 최종 목표	71
5.2 세부과제 구성	72
5.2.1 세부과제별 연구개발 후보 과제 도출	72
(1) 후보 과제 도출	72
(2) 결과	72

5.2.2 세부과제별 주요 연구내용	73
5.2.3 세부과제별 필요성 및 연구 동향	74
5.2.4 세부과제별 기존과제와의 중복성 분석	75
5.2.5 세부과제 별 기대성과 및 활용방안	79
5.2.6 세부과제 우선순위 도출	80
가. 우선순위 과제 도출 및 목표 설정을 위한 설문조사	80
(1) 설문개요	80
(2) 설문결과	81
나. 후보과제 리스트 별 가중치 적용	87
5.3 세부과제 추진전략	88
5.3.1 세부과제별 기술 및 목표 성과물 제시	88
5.3.2 세부과제별 성과물 연계성	91
5.3.2 성과물 기반 TRM	91
제 6장 연구과제 소요예산	92
6.1 소요예산	92
6.1.1 연구비 총괄	92
6.1.2 세부과제 별 소요예산	92
6.1.3 단계별 연차별 소요예산	94
제 7장 운영전략 및 추진체계	96
7.1 기존 연구 인프라와의 연계활용방안	96
7.2 추진 전략	97
7.2.1 정책수립 연계전략	99

7.2.2 핵심요소기술 개발 연계 전략	99
7.2.3 상용화 전략	100
7.2.4 산학연 연계전략	100
7.3 최종 연구성과물 및 성과목표	101
제 8장 과제제안요구서	102
참고문헌	112
부록	115

그림목차

그림 1.1 공유수면 발생 수저준설토의 현황 (연도별 수저준설토사 처분 방안별 물량, m ³)	2
그림 1.2 준설토 처리에 관한 언론 보도	4
그림 1.3 준설토 활용 분야 및 국내 활용비율	5
그림 1.4 독일의 METHA plant	9
그림 1.5 BioGenesis사의 토양 퇴적물 세척 장치	10
그림 1.6 케이싱 공법을 이용한 수저준설토 유효활용 (일본 쿠시로 항, 방파제 조성)	10
그림 1.7 기존 준설과정 대비 개발이 필요한 정화처리 시스템의 예	11
그림 1.8 수저준설토 유효활용을 위한 처리흐름 제안	11
그림 2.1 국내 퇴적물 정화 처리 및 유효활용 관련 특어의 분야별 현황	23
그림 2.2 심층 분석 체계	39
그림 2.3 핵심특어 도출	40
그림 2.4 주요시장국 연도별 특어동향	41
그림 2.5 전 세계 기술시장 성장단계	42
그림 2.6 세부기술의 구간별 집중도 추이	43
그림 2.7 시장별세 세부 기술의 점유율 현황	44
그림 2.8 연구과제에 대한 Impact 평가서	45
그림 2.9 Impact 평가 결과에 대한 계산값	46
그림 2.10 역점 공백 영역 분석 (정화성능 향상 기술 분야)	47
그림 2.11 과제 로드맵과 역점 · 공백영역 매칭 분석	49
그림 2.12 SWOT 분석결과	50
그림 2.13 제 1차 전문가 자문회의	53
그림 2.14 제 2차 전문가 자문회의	56
그림 2.15 연구개발의 정책적 · 기술적 · 경제적 타당성	60

그림 3.1 EPA에서 제시하는 이동성 토양 정화 시스템 내 수력 사이클론의 예 (Griffiths, 1995)	.....	63
그림 3.2 EDTA를 이용한 chelate반응의 예 (철, Fe)	.....	64
그림 3.3 기술 개발 추진 전략	.....	66
그림 4.1 기획과제의 기술구성체계	.....	68
그림 4.2 기획연구의 기술개발 로드맵(Technology Road Map, TRM)	.....	70
그림 5.1 설문대상 직업별 분포	.....	81
그림 5.2 설문대상 경력별 분포	.....	81
그림 5.3 설문대상 직업분야	.....	82
그림 5.4 (위) 수저준설토가 야기하는 환경·사회 문제에 대한 인식조사 (아래) 이와 관련해 수저준설토 정화 관련 기술 개발 연구가 필요한지에 대한 인식조사	.....	83
그림 5.5 정화기술이 필요성 (위) 1순위 (아래) 2순위	.....	84
그림 5.6 기술 개발 연구가 영향을 미칠 것으로 예상되는 분야	.....	85
그림 5.7 기술 개발 분야에서 가장 중요한 특징 또는 필요 분야	.....	85
그림 5.8 수저준설토 정화 및 유효활용 분야에서 기술도입이 시급하다고 생각되는 항목을 (위) 1순위 (아래) 2순위	.....	86
그림 5.9 성과물 기반의 TRM	.....	91
그림 7.1 기존 인프라와 연계 활용 방안	.....	96
그림 7.2 추진 전략	.....	97
그림 7.3 정책수립 연계전략	.....	99
그림 7.4 상용화 추진 전략	.....	100
그림 7.5 산학연 연계 추진 전략	.....	100

표목차

표 1.1 선진국의 수저준설토 관리 및 기술동향	8
표 2.1 직간접 관련 분야에서 수행된 연구과제	20
표 2.2 기존 수행 과제와의 차별성	21
표 2.3 유사 과제와의 차별성	22
표 2.4 국내 퇴적물/토양 정화처리 및 유효활용 관련 주요 특허(등록) 현황	24
표 2.5 검색 DB 및 검색범위	33
표 2.6 기술 분류별 키워드	34
표 2.7 분석대상 기술분류	35
표 2.8 기술 분류체계에 따른 최종 검색식	36
표 2.9 기술 분류체계에 따른 특허 검색건수	37
표 2.10 기술 분류체계에 따른 특허 검색건수(유효특허 선별)	38
표 2.11 역점 공백 영역 분석 결과	48
표 5.1 설문조사 결과를 반영한 세부주제에 대한 가중치 적용	87

제 1장 연구개발과제의 개요

1.1 기획연구의 최종목표

- 공유수면에서 행해지는 다양한 목적의 준설사업 및 해양오염퇴적물 정화사업 중 발생하는 수저준설토의 처리에 있어 사회적, 환경적, 경제적 문제를 해결하기 위한 연구개발 추진 계획 수립
- 수저준설토의 유효활용을 위한 정화기술 개발 및 재생기술을 개발하고 수저준설토 유효활용과 상용화 기반 구축을 위한 타당성을 평가, 세부 추진계획 수립

1.2. 기획연구의 세부목표 및 내용

세부목표	연구내용 및 범위
<ul style="list-style-type: none"> • 환경분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 수저준설토 관련 정책동향 및 법제도 분석 • 수저준설토 관련 기술동향 및 전망 분석 • 수저준설토 관련 기술수준 및 기술개발 역량 분석 • 잠재적 기술수요자의 니즈(needs) 분석 • 기술의 미래 전망 분석
<ul style="list-style-type: none"> • 연구개발 추진계획 수립 	<ul style="list-style-type: none"> • 추진전략, 기술개발 로드맵(TRM), 추진체계 제시 • 소요예산, 연구기간, 소요인력 제시 • 연구개발 성과평가를 위한 정량·정성적 성과지표 및 평가 방안 제시
<ul style="list-style-type: none"> • 연구개발 타당성 분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 정책적 타당성 분석 • 경제적 타당성 분석 • 기술적 타당성 분석
<ul style="list-style-type: none"> • 도출 과제별 연구개발 제안서 작성 	<ul style="list-style-type: none"> • 도출된 중점과제 중 시급성 및 연구개발 성공가능성에 따라 연구개발 제안서 작성

1.3 기획연구의 필요성

(1) 연구개발의 배경

○ 준설물질 유효활용을 통한 가치창조의 시급

- '00년부터 '13년까지 공유수면 발생 수저준설토는 연평균 42개소에서 25.1백만 m³ (사업비 평균: 15.2 백억 원)이었으며, 10년간 총량이 서울 남산(약 5백만 m³)의 약 5배에 해당하는 물량인 약 89%가 매립, 약 4.6%가 해양배출로 처분됨

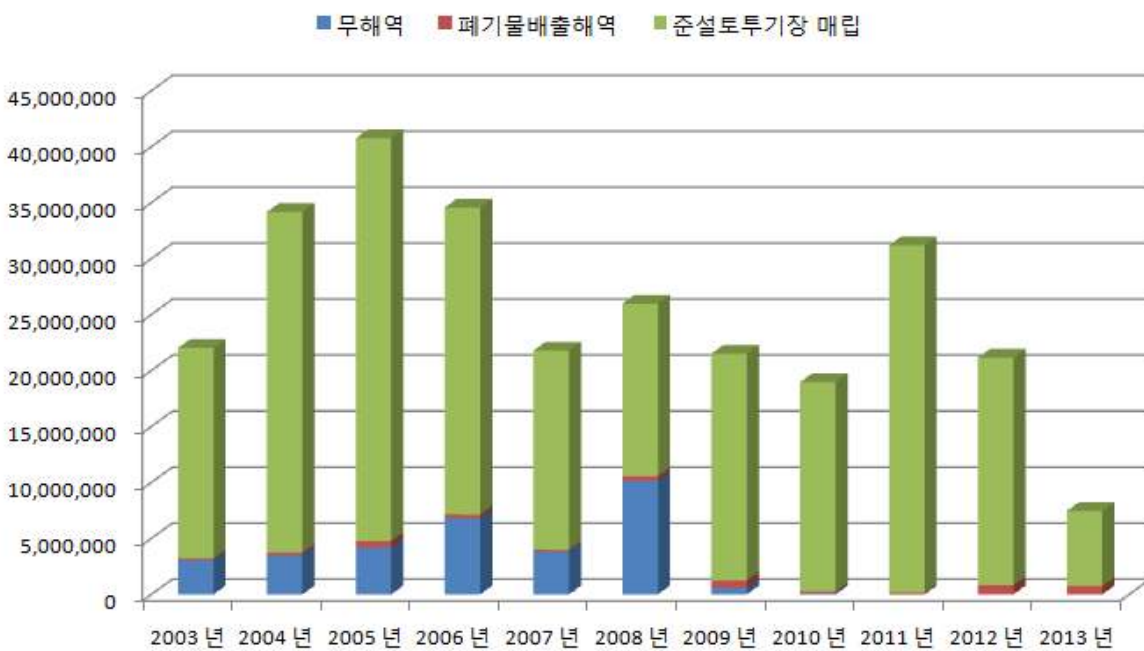


그림 1.1 공유수면 발생 수저준설토의 현황 (연도별 수저준설토사 처분 방안별 물량, m³)

- 수저준설 토사 해양배출량은 평균 254천 m³ ('09년-'14년)로서 함유된 유기물뿐만 아니라 중금속, 지속성유기오염물질 등 자연환경에서 분해되기 어려운 오염물질들이 지속적으로 해양으로 유입되고 궁극적으로 퇴적물에 축적되어 저서생물 체내 오염물질 농축 등 해양환경의 건강을 해칠 수 있으며 사람에게 독성, 발암유발, 내분비계 장애 등 나쁜 영향을 미칠 수 있음
- 증가하는 수저 준설토 물량에 비해 준설토투기장 확보 및 잔류 수토량을 확보하는데 한계가 있는 실정
- 준설토투기장은 항만기본 계획(매 5년), 공유수면매립기본계획(매10년) 수립 시 조성계획이 반영되며, 투기장 조성은 약 5-7년이 소요(타당성 검토/예산확보/실시설계/호안축조 등 조성(3~5년))되며, 최소 수백억 원 이상 정부 예산 투입이 필요

- 그러나 수저준설토는 자연환경에 존재하는 물질로서 폐기물이 아니며 함유된 오염물질을 저감시키는 정화(remediation) 및 입경별 분리 등 품질을 높이는 적절한 처리과정을 거쳐 유용한 자원으로 활용될 수 있는 물질임
- 또한 최근 해양환경 보전을 위한 국내외 제도개선과 환경기준 강화뿐만 아니라 국민들의 의식 개선으로 오염된 해역의 환경을 시급히 정화·복원할 필요가 있음

○ 해양환경 관련 환경 기준의 강화

- 해양환경 보호를 위하여 폐기물 해양배출을 금지하는 런던의정서(London Protocol) 및 런던협약(London Convention)이 국제적으로 적용되고 있으며, 우리나라는 가입 당사국으로서 국제법/조약을 국내법과 동일한 수준으로 준수할 의무가 있음

○ 정부의 공공수역 준설 계획의 확대에 의한 정화 기술 개발의 요구

- 군산항 준설토(토사매물 현상으로 인한 준설 시행)의 경우 군산 지방, 국가산단 및 금란도 부지 조성을 위한 매립토로 사용되었으며 새만금 산업단지, 군산 관내 도시개발사업에 부족한 토사를 지원하는데에 활용되었음
- 그러나 오염된 준설토의 이용에 대한 우려는 준설 사업에 마찰을 야기함 (마산항 제2항로 준설토(약 31만 6000m³의 준설토 발생)의 경우 마산해양신도시 조성 현장에 매립 계획이나 중금속 농도로 인한 사회적 반대에 부딪힘. 약 31만 6000m³의 준설토)

○ 수저준설토의 일부 오염된 부분에 대한 정화 처리의 필요

- 연안지역 오염원 정비가 미비하여 유기물, 중금속, 지속성유기오염물질 등 각종 오염물질들이 지속적으로 해양으로 유입되어 수저준설토 중 일부의 오염이 우려되고 있음
- 중앙정부(해양수산부)에서 27개 오염우려해역(국가관리 해역 대비 4.3%)을 조사한 결과('04년~' 12년) 21개 해역(조사해역의 77.8%)에서 시급한 정화·복원이 필요한 오염 퇴적물이 발견(약 8백만m³)되어 장기간, 대규모의 정화사업 추진이 필요함¹⁾
- 현재까지 퇴적물이 오염되지 않았다는 가정 하에 수심유지, 항만개발 등 공학적 이용 목적의 준설 사업이 추진되어왔기 때문에 수거된 수저준설토에 대한 오염 현황 조사와 정화기준 및 환경 관리가 미비함
- 유기물이 다량 함유된 수저준설토를 투기장에 처분(연안매립)하여 준설토투기장 내 부영양화로 악취 문제 및 해충 창궐 (부산 신항 준설토투기장 유해 해충(갈따구)사건 피해보상 관련 국가 예산 소비)

1) 해양오염퇴적물 정화복업사업 추진을 위한 실무 지침서, 2010. 10, 국토해양부(현 해양수산부)(연구기관: 한국해양과학기술원)

- 수저준설토를 오염도에 따라 선택적으로 정화처리하고, 처리산물을 양빈, 연안매립, 갯벌복토, 재활용 제품 생산 등 다양한 목적으로의 유효활용이 보고된 바 없음
- 수저준설토의 오염도 저감을 위한 단순 처리기술이 아니라 처리대상 물질(모래, 미사, 점토) 대 부분을 유효활용하기 위한 목적의 높은 수준의 처리기술 개발이 필요함



그림 1.2 준설토 처리에 관한 언론 보도

○ 수저오염준설토 정화기술의 개발의 부재

- 연안지역 오염원 정비 및 관리 미비로 각종 오염물질이 유입되어 퇴적물에 축적되며, 퇴적물에 함유된 유기물, 중금속, 지속성유기오염물질 등 오염물질은 저서생물의 체내에 축적되어 먹이사슬을 통해 전달되어 해양생태계 및 인간에게 까지 영향을 줄 수 있음
- 기존 준설사업(수심유지/항만개발)은 오염되지 아니하였다는 가정 하에 사업이 추진되어왔으며 환경관리가 미비하였고 오염에 대한 평가를 하지 않았으며 준설/이송/고화 이외 관련 정화기술이 없었음
- 2015년 초 마산항의 항로 증심을 위해 준설된 준설토를 해양신도시 건설현장에 투기하여 매립재로 이용하려는 마산지방해양항만청의 사업이 '수저준설토사 유효활용 기준' 때문에 난항을 겪은 사례가 있음

- 수저준설토의 물리 화학적인 특성을 고려한 최적화된 정화기술의 부재
- 정화기작이 유사한 오염토양 정화기술(입자분리, 세척 등)을 일부 수정 보완하여 적용을 시도하는 단계이나 토양은 미사질과 점토질의 비율이 5~10%인데 반해 수저퇴적물은 70~90%를 차지하여 그 물리적 특성이 상이함
- 오염도 저감만이 아닌 수저준설토의 유효활용을 위한 정화기술의 연구가 없었으며 국외 기술의 존성이 큼
- 특히 국내 연안환경에 적합한(복잡한 만 구조, 연안 양식장) 오염물질 정화 및 정화산물의 유효활용이 가능한 기술을 개발하고 모듈화 하여 준설사업 현장에 보급할 필요가 시급함

○ 경제성을 고려한 현장 정화기술의 필요성 대두

- 수저준설토의 유효활용 증가를 위한 새로운 가치창조, 해양환경 개선 및 준설사업 투입 비용 대비 효과 극대화 필요
- 현재 수저준설토처분장 확충으로 인한 경제적 난점
- 준설사업 및 해양오염퇴적물 정화사업 촉진에 따른 해역의 부가가치 증대의 요구
- 수저준설토 유효활용을 통한 자원화

국내 /유럽 수저 준설토 활용 비율



국내 수저준설토 재활용 비율 선진국에 비해 극히 저조 !!

준설토 활용범위



[매립재료]



[기능성 건설 재료]



[제방 공사]

그림 1.3 준설토 활용 분야 및 국내 활용비율

○ 수저준설토 유효활용을 위한 제도 개선의 필요

- 해양환경관리법시행규칙 별표 3 제1호 중 『수저준설토 유효활용 기준 등 규정』이 있으나, 오히려 준설토의 자원화와 처분 결정에 어려움을 야기함
- 양빈 사례에 한정
- 총량법을 기반으로 한 오염도 기준
- 사용목적과 사용하려는 최종목적 장소의 기준과 상충되어 혼란의 여지가 있음

○ 정부 주도의 연구개발(R&D) 사업 추진 필요성

- 위와 같은 이유에서 준설토의 정화 및 유효활용과 관련된 연구의 개발이 시급한 실정임
- 수저준설토 관련 업체(준설업, 해양오염퇴적물수거업, 토양정화업 등)는 규모가 영세하며, 자본과 연구 인력이 빈약하여 상당한 예산과 연구능력이 필요한 기술개발을 할 수 없음
- 연구 내용은 1) 정부의 140대 국정과제, 2) 국가과학기술표준 및 3) 해양수산기술분류체계에 포함되어있으므로 중앙정부에서 지원할 필요가 있음
 - ※ 현 정부의 140대 국정과제: 국정목표 4 안전과 통합의 사회/전략 16. 쾌적하고 지속가능한 환경 조성/ 국정과제 104 해양환경 보전과 개발의 조화
 - ※ 국가과학기술표준분류체계: 대분류(공공)/XO9. 환경/ 인공물(환경 EH)
 - ※ 해양수산기술분류체계: 대분류(해양환경 MEV), 중분류(해양환경요인평가 MEVO1), 소분류(해양오염 저감 및 환경복원기술 MEVO1O3)
- 박근혜 정부의 해양수산관련 국정과제 중 ‘해양 신성장 동력 창출 및 체계적 해양영토관리’의 주요 추진계획 중 6) 해양신사업 육성-해양 R&D를 지속 추진하되, 해양산업 활성화를 위한 기반 확충의 계획에 부합됨
- 환경의 보전과 관리는 공익을 위한 것으로, 오염인자를 찾기 어려운 해양오염퇴적물의 경우 대부분 국가에서는 정부 주도로 정화 및 관리하며, 현재 해양수산부는 해양환경관리법^{2),3)} 등 관련 규정에 따라 정화사업을 추진하고 있음
- 해양수산부는 수저준설토의 유효활용 촉진을 위하여 고시⁴⁾를 제정·시행하는 등 수저준설토를 폐기물 처분 대신 유효활용을 장려하고 있으나, 관련 기술이 미흡하여 현재 적용된 사례가 극히 제한적임
- 해양수산부는 현재 추진하는 정책과 제도의 일관성 및 지속성을 확보함과 동시에 수저준설토의 유효활용을 증가시키기 위해서 필수적인 정화기술 개발을 주관(예산확보 및 관리)하여 추진하는 것이 타당함

2) 해양환경관리법 제 18조(해양환경개선조치) 제 1항의3호 “오염된 퇴적물의 수거”

3) 해양오염퇴적물 조사 및 정화복원 범위에 관한 규정, 해양수산부고시 제 2013-206호, 2013.8.30

4) 수저준설토사 유효활용기준 등 규정, 해양수산부고시 제2013-220호, 2013.9.10

(2) 국외 준설 현황 및 수저준설토 정화 · 유효활용 기술

최근(2005년~현재) 선진국의 해양오염퇴적물 정화복원 관련 특허 경향 분석 결과 준설 과정에서 2차 오염 등 해양환경에 대한 영향을 최소화 시키는 환경준설에 기초한 준설기술, 약품처리 등 현장 적용 처리기술(on-site treatment technology) 및 준설 후 처리기술(중간, 최종)등에 집중되고 있는 추세임(환경준설; Environmental dredging)

- 전 세계의 준설사업 시장은 약 150억 \$ 규모이며, 준설선, 준설장비 등은 네덜란드의 IHC Merwede 및 Boskalis에서 주도하고 있음
- 미국에서는 1980년대 오대호 관리프로그램을 시작으로 수많은 수저퇴적물 정화·복원 기술을 개발하여 현재 약 250여개 단위 기술이 오염 지역과 오염물질의 특성에 따라 개별적 또는 복합적으로 사용되고 있으며, 다양한 정화·복원 기술을 지속적으로 개발, 보완하고 있음⁵⁾
- 최근 중국 정부 주도의 중국 준설 협회(CHINA Dredging Association; CHIDA)가 국제 시장에 진출을 시도하고 있으며, 일본은 높은 정밀도의 준설장비, 준설공법 및 준설선 기술을 보유하고 있음
- 현재 산업화가 급속도로 진행되고 있는 중국, 동남아시아 등 지역에서 해양환경에 대한 인식의 변화로 수저준설토 정화 처리 및 유효활용에 대한 새로운 시장 형성이 예상됨
- 독일에서는 현장에서 수거, 바지선에서 중간처리 후 현장으로 되돌려 놓는 기술을 개발, 파일롯 장비, 시범운영을 거쳐 현장 적용단계에 있음(METHA, Mechanical Treatment of Harbour-Sediment plant, 입자 분리 플랜트, 기계식 탈수처리시설)
 - 예) 함부르크 항의 준설토 처리: 항만운영을 위해 발생하는 준설량은 연간 1,500만 m³이며, 이중 20~30%인 약 3~5백만m³의 준설량이 함부르크 항만에서 발생됨. 함부르크 항의 일반적인 준설토 처리절차는 준설량 산정을 위한 조사, 준설 방법을 검토하여 처리방법 결정하며 탈수 처리를 위해서는 무어부르크(Moorburg)탈수 처리장과 메타플랜트(METHA plant)를 운영하고 있음. 메타플랜트는 1987년부터 1992년까지 5년간 기술을 개발하고 건설되었으며, 1993년부터 운영되어 함부르크 항만에서 발생하는 준설물질을 관리하는 핵심시설이라 할 수 있으며 연간 약 90만m³의 퇴적물이 이 시설물을 통하여 처리되고 있음
- 유럽 등의 선진국은 준설토의 유효활용을 위한 정화·재생기술 연구가 활발함
 - 영국은 준설된 수저준설토를 처리하여 육상매립, 육상고립, 연안고립, 수중고립, 인공섬 조성 처리 등으로 유효활용 함⁶⁾

5) 해양오염퇴적물 정화복원 사업 추진을 위한 실무 지침서, 2010.10, 국토해양부(현 해양수산부)(연구기관: 한국해양과학기술원)

6) Capping of contaminated dredged material case study, port of tyne, United Kingdom, International Maritime Organization (IMO), 2007. 3. 15, LC/SG 30/INF.3

표 1.1 선진국의 수저준설토 관리 및 기술동향

	<p>란드</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 세계의 준설사업의 준설선, 준설장비 등을 네덜란드의 IHC Merwede 및 Boskalis에서 주도하고 있음
	<p>미국</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 미국에서는 1980년대 오대호 관리 프로그램을 시작으로 수많은 수저퇴적물 정화·복원 기술을 개발하여 현재 약 250여개 단위 기술이 오염 지역과 오염물질의 특성에 따라 개별적 또는 복합적으로 사용되고 있으며, 다양한 정화·복원 기술을 지속적으로 개발, 보완하고 있음⁸⁾ • 미국 등 선진국에서는 수저퇴적물의 정화기술로 감시 하의 자연정화 (Monitored Natural Recovery), 준설 및 처리(Dredging, Treatment/Disposal), 현장 피복(In-situ capping) 세 가지 방법을 정화사업 대상 수역의 지정학적 특성과 오염 특성에 따라 적합한 정화방법을 하나 또는 그 이상 복합적으로 선정하여 사용하고 있음
	<p>일본</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 높은 정밀도의 준설장비, 준설공법 및 준설선 기술을 보유하고 있음 • 준설토사를 케이싱 공법에 이용하여 방파제 및 어초로 이용함 (그림 7)⁹⁾ • 항만, 하천, 호수와 늪의 준설 공사에 있어서 수역 오염의 발생이나 준설 토사의 처분지 부족 문제의 해결 및 중금속이나 다이옥신 등으로 오염된 바닥 오니를 효율적으로 제거하는 「환경 준설 공법(END공법)」을 확립되어 있으며, 최소한 필요한 준설 토량으로 얇고 균일하게 물밀을 준설할 수 있음. 이 공법은 흙 속 장애물의 제거에 적합하고 수질 오염의 확산도 적어서 환경을 배려한 준설 기술임(고요건설 주식회사) • 수저 준설 토사를 모래와 실트·점토로 분급해 모래를 탈수하는 분급·탈수 시스템(토양 separator 공법)에 새롭게 실트·점토의 흙탕물을 염가로 연속 처리할 수 있는 고액분리 시스템을 더한 것으로, 실트·점토도 건설 재료로서 용이하게 이용할 수 있는 기술 보유(토아 건설공업)
	<p>독일</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 최근 독일에서는 오염된 퇴적물을 준설하는 현장에서 처리한 다음 해저면에 재배치하는 기술이 개발되었으며, 파일럿 장비 시범운용을 거쳐 현장 적용 단계에 있음 • 준설된 수저준설토를 Hydro cyclone 및 METHA등으로 입자분리 하여 유효활용 함(그림 5)⁹⁾
	<p>중국</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 최근 중국 정부 주도의 중국 준설 협회(CHINA Dredging Association; CHIDA)가 국제 시장에 진출을 시도하고 있으며, 일본은 높은 정밀도의 준설장비, 준설공법 및 준설선 기술을 보유하고 있음
	<p>영국</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 준설된 수저준설토를 처리하여 육상매립, 육상고립, 연안고립, 수중고립, 인공섬 조성처리 등으로 유효활용 함¹⁰⁾
	<p>웨이</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 준설된 수저준설토가 중금속 등으로 오염된 경우 주로 고정화 처리 후 유효활용하고 있음

- 노르웨이는 준설했던 수저준설토 중 중금속 등으로 오염된 경우 주로 고정화 처리 후 유효활용 하고 있음
- 예) 미국의 GTIE사, WS&T사에서 준설토 내 미립토의 중금속을 대상으로 유리화, 고히화를 이용한 퇴적물 처리기술이 상용화 단계에 있음, 미국 BioGenesis사에서 현재 미립토 세척을 위한 고압분사 세척기술이 사용화 단계에 있음. 일본 쿠시로항, 기타큐슈 공항 등 매립소재 외 다수의 유효활용 예 가 있음

Dredging Operations and Environmental Research Program
Focus Area – Innovative Technology

METHA Plant, Hamburg, Germany¹

BACKGROUND The METHA Plant is a permanent installation constructed in 1993 to address disposal of contaminated sediments dredged from Hamburg Harbor. The plant handles approximately 1M tons of dredged material every year.

TECHNOLOGY Sand and fines in the incoming dredge slurry are separated in two steps (63 µm and 20 µm) at the front end of the plant. Fine materials are processed through the dewatering circuits (Figures 1-4), then the two materials are combined in a disposal area, layering 1.5 m of dewatered silt over 0.3 m of sand, to facilitate further dewatering. Material is stacked up to 38 m above the surrounding area.

Figure 1. Process schematic—separation (Lietzner 2004)



그림 1.4 독일의 METHA plant

(3) 연구개발의 방향 및 기술의 개요

- 해양수산부는 수저준설토의 유효활용 촉진을 위하여 고시(기)를 제정·시행하는 등 수저준설토를 폐기물 처분 대신 유효활용을 장려하고 있으나, 관련 기술이 미흡하여 현재 관련 기술 및 적용된 연구 사례가 극히 제한적임
- 기 수행되었던 “준설토 재활용 방안 연구” (해양수산부 ‘00~’ 03, (해양과학기술원, 윤길림))의 경우 해양환경 복원재료로서 활용을 고려한 용출 실험과 경량기포혼합토 개발 등 준설토의 유효활용 기술에 국한되어 수행되었음
- 본 기획연구사업에서는 수저준설토 유효활용에 있어 가장 우선적으로 필요하며 기반이 될 수 있는 수저준설토의 정화에 대한 평가 기준 확보 및 제도적 환경 구축 그리고 실질적인 유효활용을 위해 필요한 수저준설토의 현장 정화와 재생기술 분야로 국한하여 진행함

7) 수저준설토사 유효활용기준 등 규정, 해양수산부고시 제2013-220호, 2013.9.10

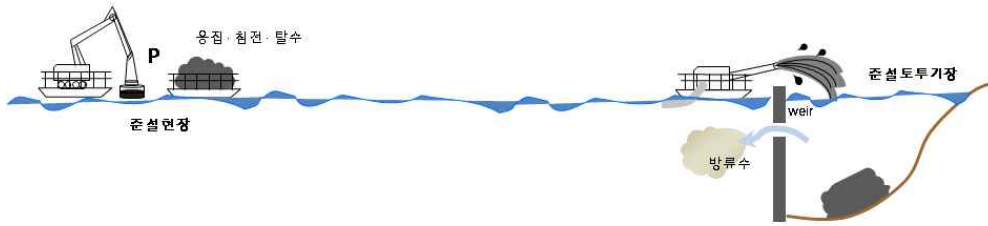


그림 1.5 BioGenesis사의 토양 퇴적물 세척 장치



그림 1.6 케이싱 공법을 이용한 수저준설토 유효활용 (일본 쿠시로 항, 방파제 조성)

기존 준설 과정



정화처리 시스템

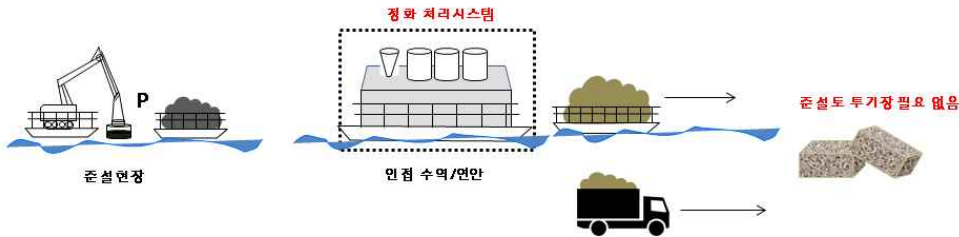


그림 1.7 기존 준설과정 대비 개발이 필요한 정화처리 시스템의 예

- 폐기물로 인식되어오던 준설토에 대한 법적 지위를 재정비함으로써 정화 및 재생 기술을 개발하기 위한 환경적 기반을 마련함
- 단편적으로만 활용되던 기존의 활용(양빈) 및 처분(준설토투기장 매립) 과정을 정화처리 기술 및 재생 기술 확보하여 수저준설토의 자원화를 목적으로 함
- 특히 국내 연안 환경에 적합한 정화 시스템 구축을 위해 모듈화 정화 처리시스템 기술 개발의 시급성을 강조
- 정화 처리 시스템: 모듈화 된 정화처리시스템을 활용하여 수저준설토를 처리하여 유효활용 할 수 있으며, 준설토투기장 조성에 필요한 비용을 절감시킬 수 있으며, 기존 준설토투기장의 사용주기를 연장 시키도록 함

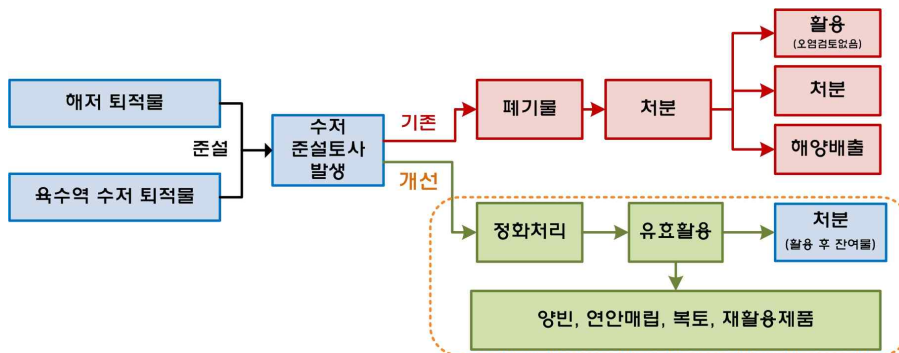


그림 1.8 수저준설토 유효활용을 위한 처리흐름 제안

제 2장 국내·외 환경 분석 및 대응전략

2.1 국내·외 제도 및 정책동향분석

2.1.1 국내 제도 분석

(1) 수저준설토 처리 관련법

- ‘준설’ 이라함은 법률상 따로 정의되어있지 않으며 □건설산업기본법 시행령□에서는 준설공사업의 업무내용으로 “하천, 항만 등의 물밑을 준설선 등의 장비를 활용하여 준설하는 공사”로 규정함으로써 간접적으로 준설을 설명하고 있음(제7조, 별표 1)
- 법원은 오염 여부를 불문하고 준설토사를 폐기물로 보고 있으며,⁸⁾ 한편으로는 오염토양이 폐기물에 해당하지 아니하고 □토양환경보전법□의 적용대상이라고 함으로써,⁹⁾ 정확한 기준이 설정되어있지 않음
- □해양환경관리법□은 수저준설토사를 선박으로부터 공유수면을 매립하려는 장소에 배출할 수 있는 폐기물과 육상에서 발생한 폐기물 중 해양에 배출 가능한 폐기물의 일종으로 보고 있으며(시행규칙 제 11조 제1항, 별표 3 제 1호, 제 12조 제1항, 별표 6 제2호, 제 12조 제2항, 별표 8 제 3호), 그 결과 준설토사를 육상 내 처리하는 경우에는 준설토사에 포함된 유해물질과 상관없이 사업장 일반폐기물로 분류되어 □폐기물관리법□상의 폐기물 규정이 적용될 가능성이 있음
- 또한, 준설토사를 □토양환경보전법□이 적용되는 토양으로 볼 수 있는지 논란이 있음
- 오염된 토양 자체는 폐기물이 아니나, 오염된 토양을 파내어 처리하는 경우에는 폐기물에 해당한다는 견해, 원칙적으로 오염된 토양은 폐기물로 보지 않되, 예외적으로 불법매립·투기된 폐기물로 인하여 직접 오염된 토양에 한하여 폐기물로 보아야 한다는 견해가 있음
- 또한 원래 위치로부터의 분리 여부, 오염 여부에 의해 폐기물에 해당하는지 여부가 결정된다고 볼 것도 아니라는 견해가 강력히 제기되고 있음
- 준설 필요성과 준설 사례가 증가함에도 불구하고 현재 우리나라는 오염퇴적물·준설물질의 처리

8) 대법원 2006. 5. 11. 선고 2006도631 판결(횡배수관 관로준설공사를 시행한 후 발생하는 토사가 폐기물에 해당하고, 피고인들이 설령 유실된 고속도로의 법면 보수공사에 사용하려 하였다 하더라도 폐기물로서의 성질을 상실하지 않는다고 한 사례).

9) 대법원 2011. 5. 26. 선고 2008도2907 판결. 이 판결에서 문제가 되고 있는 ‘폐토사의 굴착행위’는 토양의 준설로 볼 여지도 있는바, 법원은 준설된 토양(준설토사)의 법적 지위에 대하여 명쾌한 답을 주고 있지 않다. 법원의 추론에 따를 경우 준설토사는 동산으로서 ‘물질’에 해당되어 폐기물로 볼 여지가 있기 때문이다. 한편, 법원의 “오염토양은 법령상 절차에 따른 정화 대상이 될 뿐 법령상 금지되거나 그와 배치되는 개념인 투기나 폐기 대상이 된다고 할 수 없다”는 판시는 법규의 해석을 통한 논리적 귀결이 아니라 오염토양의 정화 필요성을 강조하는 일종의 정책의 방향성을 제시하는 결론이라 할 수 있다.

등과 관련해서 실질적인 관리법제가 없는 상황임

- 퇴적물·오염퇴적물, 준설물질, 준설 및 처리 등에 대한 기본 개념조차 정립되어있지 않으며, 준설 및 처리 등에 대한 구체적인 지침이나 기준이 미비한 실정임
- □해양환경관리법□을 비롯한 현행 법제에서는 준설토의 준설 및 유효활용 등에 대한 기본적인 관리 및 처리방안을 적절히 제시하지 못하고 있음
- 준설토사를 오염도와 무관하게 일률적으로 폐기물로 처리할 경우 자원의 낭비는 물론이거니와 육상 매립으로 인한 2차오염의 우려가 있으며
- 한정된 자원을 보유한 국내의 실정상 자원순환의 차원에서 준설토를 투기나 폐기 대상으로 볼 것이 아니라 정화 및 처리대상으로 보는 전향적인 자세가 요구되는 실정임

(2) 수저준설토 유효활용 관련법

- 유효활용 관련 법제로는 「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률」, 「건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률」, 「골재채취법」 등이 있음
- 준설물질을 법논리적으로 폐기물이라고 보아야 할 필연성이 없으며, 발생장소, 성질, 처리□처분 방법 등 특이성에 비추어 폐기물과 달리 취급할 필요성도 있음
- 활용의 대상인 준설토사를 폐기물로 보는 것은 사회 관념에도 맞지 않으며 이에 준설물질을 폐기물 개념에서 제외하는 방안을 검토할 필요가 있음

2.1.2 국제 정책 동향

- 해양환경 보호를 위하여 폐기물 해양배출을 금지하는 런던의정서(London Protocol) 및 런던협약(London Convention)이 국제적으로 적용되고 있으며, 우리나라는 가입 당사국으로서 국제법/조약을 국내법과 동일한 수준으로 준수할 의무가 있음

2.2 경제적 가치 평가

2.2.1 경제성 평가의 필요성

수저준설토 유효활용을 위한 현장 정화기술의 개발은 현장 정화사업의 효율성을 높여 정화사업의 추진시기를 앞당기고 시행 해역을 넓힐 수 있을 것으로 기대됨. 하지만 기술개발에 따른 경제적 효익이 비용에 비해 크지 않다면 이 과제를 추진할 동력이 떨어짐. 따라서 이 과제를 수행함으로써 발생할 경제적 효익을 분석하여 이 과제의 경제성을 사전에 평가할 필요가 있음

(1) 경제성 평가 시 고려할 사항

- 이 사업의 경제성 분석은 다음과 같은 세 가지 특징을 가지고 있음

첫째, 상용화를 전제로 미래의 가상적 상황에 대한 경제적 가치를 추정해야 하고, 둘째, 해양오염퇴적물 정화사업은 사업의 수혜대상이 국민인 공공사업이며, 셋째, 해양오염퇴적물 정화사업에 대한 정부차원의 지원은 직접적으로 해당 산업의 생산 및 부가가치 창출, 고용창출을 유발하는 효과 외에도 국가적으로는 기술의 선점효과에 대한 투자 성격을 동시에 지니고 있다는 점임

- 대부분의 공공사업이 일정한 가치를 가지고 추진되나 모든 투자가 기회비용을 수반한다는 점에서 대안적인 사업간 효율성을 비교하는 것이 필요

정책결정에 있어서의 문제는 공공사업의 '비용' (cost)은 공적자금의 투입액으로 파악이 가능하지만, '편익' (benefit)은 사업의 특성상 시장가격기구를 통하여 직접적으로 파악되지 않는 특성을 지님

- 이 사업과 같은 공공사업의 추진은 영리조직의 의사결정과는 차이가 있음

영리조직은 사업별로 예상 수익과 비용을 분석하여 순이익이 기대되는 사업을 추진하지만, 공공사업의 결과는 시장에서 평가되지 않는 편익도 고려해야 하기 때문임

특히 해양오염퇴적물 정화사업과 같은 경우 환경이라는 변수를 수반하기 때문에 시장가격을 통한 수익성 평가가 어려운 공공사업이라는 특징을 가지고 있음

- 그간 진행된 연구 및 향후 기술개발에 의해 확대되는 해양오염퇴적물 정화사업의 시장규모를 추정하고 이로 인해 발생하는 직·간접적인 경제적 파급효과를 추정하고 또한 해양생태계 복원에 따른 환경, 건강, 여가 등의 비화폐적인 효용을 추가적으로 파악하고자 함

- 본 사업으로 기대되는 성과에 따른 구체적인 경제적 효과는 다음과 같이 예상됨

해양오염퇴적물 정화사업 소요 비용 절감효과 추정

해양오염퇴적물 정화사업 촉진 및 확대에 따른 부가가치 추정

해양생태계 복원에 따른 직·간접적인 편익

해양오염퇴적물 정화기술 국제 경쟁력 제고로 해외시장 개척효과

- 다만 위의 경제적 편익을 제대로 추정하는 데에는 시간과 비용이 많이 필요하므로 본 연구에서는 구체적인 추정보다는 개략적인 추정을 시도할 것임

(2) R&D 과제 추진에 필요한 연구 범위 및 방법

- 분석 대상기간의 결정

타당성 분석 대상기간은 비용의 투입이 일어나는 기간과 편익이 발생하는 기간을 고려.

이를 위해 비용발생기간은 연구계획서에 의거하여 추정하고, 편익은 KISTEP(2011)의 “예비 타당성조사를 위한 지식기반 및 분석시스템 구축”에 의거 발생기간을 결정함.

- 추정

연구계획서에 의거하여 투입비용 산출

- 편익의 추정

본 사업의 편익은 크게 산업(생산)측면에서 발생하는 편익과 소비자 측면에서 발생하는 편익으로 나누어 추정할 수 있음

가) 산업측면에서의 편익

산업측면에서의 편익은 산업연관분석을 통해 추정이 가능함.

- 일반적으로 한 재화나 서비스의 생산에 있어 각 산업은 원재료의 거래관계를 토대로 직·간접적으로 상호 연관되어 있으며, 생산 활동을 통해 이루어지는 이러한 산업 간의 상호의존관계를 수량적으로 파악하는 분석 방법이 바로 ‘투입-산출분석’ (input-output analysis) 혹은 산업연관분석임
- 해양오염퇴적물 정화기술 개발 및 사업시행 과정에서 관련된 건설업 부문, 연구사업 부문, 기타 화학·생물학적 기술과 관련된 산업에 이르기까지 해양오염퇴적물 정화 복원과 관련된 직·간접적인 경제활동부문에 대한 산업연관효과 추정

나) 소비자 측면에서의 편익

소비적 측면에서의 편익은 해양생태계 복원에 따른 직·간접적인 편익으로 화폐적 가치추정이 어려움

이 사업은 공공사업이라는 특성상 소비자인 국민에게 발생하는 편익을 시장수요로부터 계량화하는 작업이 어려워 비시장재화의 공급으로 인해 발생하는 가치를 추정하는 방법을 고려해야 함

사업의 결과로 발생하는 산출물에 대한 시장이 존재하는 경우, 시장에서 거래되는 재화의 가격을 기준으로 편익을 추정할 수 있으나 오염토 정화에 따른 해양환경 보존을 통한 소비자(국민)만족도 제고 등으로 나타나는 성과는 추상적이고 수혜자도 국민 모두이기 때문에 화폐적 가치추정이 용이하지 않음

- 소비자의 지불의사액(WTP: willingness to pay)을 추정하는 방법을 사용하고자 함
- WTP란 사람들이 공공재나 비시장재화를 공급받기 위해 지불할 의사가 있는 최대금액을 의미함
- 이를 추정하기 위해 이용되는 방법론으로 조건부 가치추정법(CVM: contingent value method)을 사용하는 것이 일반적임
- CVM은 대상재화에 대한 WTP를 설문조사를 통해 직접 조사하는 방법으로 시간과 비용이 많이 소용되는 방법임
- CVM은 시장가격이 존재하지 않는 공공재의 편익을 평가하는 방법으로 유용하여 채택하는 것이 바람직하지만 예비타당성 조사에서는 실행이 쉽지 않을 것으로 판단됨

(3) 결과

- 본 과제의 경제성을 평가하기 위해 비용 편익 분석을 통해 추정된 비용편익 비율을 기초로 이 용하되, 내부수익률방법과 순현재가치평가법을 보조적인 평가지표로 활용하고자 함
- 하지만 소비자 편익 측정에 필요한 CVM방법을 실시하기 위해서는 예산과 시간이 뒷받침되어야 하므로 본 예비타당성평가에서는 개략적으로 접근할 수밖에 없는 한계를 가짐

- 정화대상 물량 대비 개발하고자 하는 기술의 차이

- 본 과제의 처리하고자 하는 준설토는 오염준설토만을 대상으로 하는 것이 아니라 오염되지 않은 준설토까지를 포함한 모든 준설토임

- 원위치 처리를 하게 될 경우, 준설토 매립지를 추가적으로 마련하는 비용을 절약하고 해양에 건설한 준설토투기장의 사용주기(10년)을 고려할 경우 이 또한 2020년경 포화될 가능성을 고려하면 본 기술개발로 인해 해안 준설토투기장의 유효적 활용이 가능하여 준설토 투기장 건설 비용을 대체할 수 있을 것임

- 개발 될 경우 수요처에 대한 경제성 평가

□ 준설토 발생량 약 2천6백만 m^3 /년 (약 60~70% 모래, 30% 미사, 점토) 중 30~50%를 준설토 투기장에 매립(약 1만~1만5천 원/ m^3)하지 않을 경우 연간 최소 78억 원 내지 최대 195억 원 예산 절감

□ 준설토 발생량 중 약 10~30%를 모래(세척 바닷모래 약 2만원/ m^3) 등 재료로 판매할 경우 연간 최소 520억 원 내지 1,560억 원 비용 편익 발생

□ 현재 해양오염퇴적물 정화복원 대상 물량이 약 800만 m^3 (중앙정부 관리 해역 중 약 4.23% 조사 결과)이므로, 해양오염퇴적물 정화사업 단가(105천 원/ m^3)를 약 10% 절감할 경우 약 840억 원 예산 절감

**신규 R&D과제에서 기술개발이 성공할 경우,
매년 최소 100억 원 이상 정부 예산 절감과 520억 원 이상 경제적 편익 발생
→ 해양환경 개선, 환경산업 선진화, 국내·외 새로운 시장 창출**

- 수저 준설토 유효활용 정화기술 활성화 시 준설토투기장 불필요
- 또한 준설토 투기장 조성 시 발생하는 사회적 갈등 비용도 해소 가능한 간접편익이 발생

가) 기초적 투입-산출분석의 B/C

- 연구기술 개발의 비용은 우선 5년간 연구개발비 예산 90억 원을 투자하는 경우의 효과로 한정하여 분석함.
- 투입-산출 분석에 근거하여 투입된 예산의 90억 원 집행에서 사업의 상용화 시점 이후는 물론 상용화 추진 과정에서의 연구개발, 건설, 전력 및 사업서비스 부문 등을 중심으로 한 생산활동이 다른 국민경제활동 부문에 미치는 총산출효과 및 관련 산업부문에 대한 파급효과를 측정하면, 사업의 진행기간 5년에 걸쳐 총생산유발 효과는 실제 투자비의 약 6배(540억 원 규모)로 계산되었으며, 부문별로는 건설, 서비스 부문의 순으로 생산파급 및 부가가치 효과가 큰 것으로 나타남.
- 이는 순수하게 연구개발비만 투입했을 경우 유발효과이며 연구개발이 성공하는 경우에는 그 파급효과가 훨씬 클 수 있음
- 당 정화사업을 5년간 시행하는 경우의 B/C 비율은 사업성공확률 및 R&D 기여도 한국과학기술평가연구원(KISTEP) 지침에 따라 집계한 평균 사업 성공확률 48.74%를 적용할 경우 B/C 비율은 약 3배 수준이며, R&D 기여도 10%에 불과하는 경우에도 연구개발 예산의 1배에 해당하는 유발효과를 가질 수 있어 B/C 비율은 약 1배 수준임

나) 추가적 편익

- 당 사업이 성공적으로 수행된다면 다음과 같은 추가적인 경제적 편익이 기대됨

■ 준설토 투기장 대체효과

- 준설토 투기장 조성 시 환경문제 등 사회적 갈등요인이 있는 바, 현장 정화기술의 개발로 이러한 준설토 투기장의 건설을 대체할 수 있다면 이를 위해 지불할 의사가 있는 WTP를 추정
- 여타 환경관련 연구의 결과를 토대로 최소한의 WTP를 산정하여 적용하여 추정된 경제적 편익은 총 3000억에 달할 것으로 추정됨

경제적 편익 = 연간 가구당 WTP 가구수 혜택기간

$$= 5,000 \text{ 원} \times 1200\text{만 가구} \times 5\text{년} = 3000\text{억 원}$$

- 하지만 이 추정치는 연구가 성공하여 준설토 투기장을 대체할 수 있을 때의 경제적 편익임

- <참고>

수도권 대기질 개선 가구당 16,402 - 19,494 원

한려해상 국립공원 가구당 5,470 원

자연휴양림 1인당 휴양가치 16,000 원

새만금수목원 1인당 6,600 원

낙동강 수질개선 1인당 85,000 원

■ 수질환경개선에 따른 경제적 편익

- 해양오염개선에 따른 국민건강 증진 효과 추정

- 정화기술개발로 연안수질의 화학적 산소요구량 평균이 현행의 50% 수준으로 감소하게 될 때, 연간 예방 가능사망자수는 172명으로 추산되며, 이의 경제적 가치는 연간 76.99억 원(2010년 가격)으로 추정되었음

- 이번 기술이 연안수질의 화학적 산소요구량을 줄이는 데 기여하는 정도를 10%로 산정해도 기대효과는 연간 15억 원 수준

2.3 기술동향 분석

2.3.1 국내외 기술수준 분석

- 현재 공공수역에서의 준설은 공학적인 이용 목적의 준설(항만개발, 수심유지 등)과 해양환경 개선 목적의 해양오염퇴적물 정화사업에서의 수거(준설)로 구분됨
- 공학적인 이용 목적의 준설사업에서는 준설사업 전 수저퇴적물의 오염조사 또는 처리, 처분(유효활용 포함) 방안의 검토가 포함되지 않고, 준설사업 시 수저퇴적물을 기계식 또는 유압식(펌프식) 설비로 제거한 다음 준설사업 현장에서 응집침전 후 인근 준설토 투기장에 처분(매립)하거나 해양(무해역 또는 폐기물 배출해역)에 배출하여 처분함
- 현재까지 연구개발은 단순히 수저준설토의 물성 또는 오염물질 함량을 조사, 평가하는 수준이며, 오염된 수저준설토의 정화 및 유효활용에 대한 연구는 시작단계임
- 특히 중금속, 지속성유기오염물질 오염 수저준설토를 처리할 수 있는 기술 또는 유효활용하기 위한 처리기술의 개발은 보고된 바 없음
- 중앙정부(해양수산부)는 원활한 해양오염퇴적물 정화사업 추진을 위하여 해양수산 R&D과제로 “지속가능 해양오염퇴적물 정화기술 개발: 피복 및 현장 처리기술”을 추진하고 있으며, 결과물로 피복(in-situ capping) 소재개발, 기송방안 도출 및 주로 유기물(부영양물질)로 오염된 수저퇴적물 수거(준설)하는 현장에서 적용할 수 있는 처리기술 및 관련 제도 개선안을 개발함
- 수저준설토의 유효활용을 위해서는 함유된 중금속 및 지속성유기오염물질 등 기준에서 제시하는(주석) 항목들이 목적별 관련환경기준에 충족되어야 가능하지만 이를 위해 필요한 처리기술은 개발된 사례가 없음
- 해역준설사업의 수저준설토는 현재까지 정화를 위한 처리 사례가 없으며, 해양오염퇴적물 정화사업 현장에서는 오염물질의 정화기작이 유사한 오염토양 정화기술(입자분리, 세척 등)을 일부 수정 및 보완하여 적용을 시도하는 단계임

2.3.2 국내 연구 수준 분석

- 준설 및 오염퇴적물 관련 연구과제 분석: 현재 국내에서 연구 수행되었거나 수행이 종료된 연구과제에 대하여 중복성 및 공백 분야의 기술 개발 필요성을 검토
- 직접관련 분야
 - 해양오염퇴적물 정화기술 개발 사례 1건
 - 준설물질 정화사례, 없음
 - 기존 수행과제의 내용(표 2.2)보다 확대된 연구가 요구됨
 - 기존 수행 과제의 경우 오염퇴적물의 유기물 저감이 목적이며, 수저준설토 내 존재하는

복합 오염물질(중금속 및 잔류성 유기오염물질)의 정화에 대한 연구는 되어있지 않음. 또한 수저준설토의 유효활용을 목적으로 하여 이에 적합성을 고려한 정화 즉, 오염도 저감 이외의 가치를 높이기 위한 처리(입자 분리 등) 연구가 필요한 실정

- 기존 수행 과제는 주로 유기물에 의해 오염된 해양퇴적물을 수거하는 현장 또는 인근 해역에서 적용이 가능토록 하는 처리기술 개발이 목표임. 수저준설토의 유효활용을 위해서는 경제성을 고려하여 준설 현장에서 실시간으로 대량(준설의 경우 환경준설의 약 10배의 물량 발생, 발생량 5,000 m³/h)의 수저준설토를 처리할 수 있어야 하며, 이를 위해 오염도가 낮은 수저준설토는 필요한 입경 범위로 분리하여 유효활용 가치를 높여야 하며, 오염도가 높은 수저준설토는 역시 필요한 입경 범위로 분리한 다음 오염물질을 정화 처리할 수 있는 입자분리(다단, 수력 사이클론) 기술 개발이 필요함

- 간접관련 분야

- 준설물 고화/안정화 및 장거리 이송, 준설효율향상 기술

표 2.1 직간접 관련 분야에서 수행된 연구과제

연구과제명	연구기간	연구기관	연구책임자	비고
준설토 재활용 방안연구	2000.12~2003.3	한국해양과학 기술원	윤길림	해양수산부 / KIMST
지속가능 해양오염퇴적물 정화기술 개발: 피복 및 현장 처리기술	2011.08~2016.10	한국해양과학 기술원	김경련	해양수산부 / KIMST

표 2.2 기존 수행 과제와의 차별성

구분	기존 과제	제안 과제
과제명칭	지속가능 해양오염퇴적물 정화기술 개발: 피복 및 현장 처리기술	수저준설토 유효활용을 위한 정화기술 개발 및 재생 기반 조성 연구
예산	72.42억/5년 (당초250억 원)	90억/5년
대상물질	해양오염퇴적물	수저준설토 (해양오염퇴적물 포함)
주요대상 오염물질	유기물	중금속, 지속성유기오염물질
주요 연구 내용	<p>주로 유기물로 오염된 해양퇴적물을 수거(준설)하는 현장 또는 인근 해역에서 적용할 수 있는 처리기술 개발</p> <p>1) 해양오염퇴적물 유기물 정화메커니즘 개발</p> <p>2) 입자분리 및 세척 통합 처리기술</p> <p>3) 처리 산물 유효활용 가능</p> <p>4) 처리기술 공정을 모듈화로 처리 용량과 공간에 제약 없이 적용</p>	<p>수저준설토 유효활용 목적 정화기술 개발 및 재생 기반 연구</p> <p>1) 실시간, 대용량 수저준설토 입자 분리 기술(오염 저감 대상 입경 이상)</p> <p>2) 중금속, 지속성 유기오염물질 처리기술 개발</p> <p>3) 유효활용 및 재생 방안 연구</p> <p>4) 제도개선(안) 개발</p>
기술 개발 수준	<p>핵심, 원천기술 개발 성공 (특허 12건, 국제특허 1건)</p> <p>상용화(기술이전, 에이치플러스에코(주))</p>	<p>현재 수저준설토 유효활용 목적 정화기술 개발 사례 없음 (입자분리 및 품질 향상 기술, 오염물질 저감 처리 기술)</p>
환경성 평가	해당사항 없음	정화 전, 후 환경영향 평가 방안 개발(투기장 환경관리 포함)
활용 방안	<p>연구결과(해양오염퇴적물 관리법(안))를 기초로 제도 개선 및 정화사업 선진화 기반 구축</p> <p>개발 기술 민간 이전으로 해양환경 개선 및 새로운 일자리 창출</p>	<p>제도 개선 및 준설사업 선진화 기반 구축</p> <p>상용화(기술이전)으로 국내·외 새로운 시장 진출</p>

표 2.3 유사 과제와의 차별성

구분	기존 과제	제안 과제
과제명칭	폐기물 해상 최종처리 기술 개발	수저준설토 유효활용을 위한 정화기술 개발 및 재생 기반 조성 연구
예산	5억(1차년) (총 90억/5년)	10억(1차년) (총 90억/5년)
대상물질	육상기인 폐기물, 수저준설토	수저준설토 (해양오염퇴적물 포함)
주요대상 오염물질	해당사항 없음 (오염 정화 없음)	중금속, 지속성유기오염물질
주요 연구 내용	해상최종처리장 구축을 위한 기반 기술 개발 해상최종처리장 건설에 따른 환경영향저감을 위한 최적기술개발 1) 차폐호안 설계, 시공지침 2) 호안 내부 수 누출 감지 기술 3) 지반개선 기술 4) 건설재료화 기술 개발(고화) (오염물질 저감 기술 개발 없음)	수저준설토 유효활용 목적 정화기술 개발 및 재생 기반 연구 1) 실시간, 대용량 수저준설토 입자 분리 기술(오염 저감 대상 입경 이상) 2) 중금속, 지속성 유기오염물질 처리기술 개발 3) 유효활용 및 재생 방안 연구 4) 제도개선(안) 개발
기술 개발 수준	현재 준설 효율 향상, 준설물질 장거리 이송 및 모래 이상 입경에 대한 고화기술이 있음 육상폐기물 해상 최종처리장 및 호안 내부수 유출 방지를 위한 차폐호안 설계기술 없음	현재 수저준설토 유효활용 목적 정화기술 개발 사례 없음 (입자분리 및 품질 향상 기술, 오염물질 저감 처리 기술)
환경성 평가	해당사항 없음	정화 전, 후 환경영향 평가 방안 개발(투기장 환경관리 포함)
활용 방안	해상 최종처리장 설계기술, 시공 지침 관련 법제도 개선 및 관리 정책에 활용	제도 개선 및 준설사업 선진화 기반 구축 상용화(기술이전)으로 국내·외 새로운 시장 진출

2.3.3 특허 동향

가. 특허 검색

- 2000년부터 2015년 8월 현재까지 15년간 국내 해양오염퇴적물 정화복원과 관련된 유효한 특허(등록, 출원 기준)는 총 97건임
- 전체 관련 특허 중 준설(또는 수거) 기술 14건, 재활용 공법 11건, 중간처리기술 59건 및 현장처리기술 13건으로 나타남. 수거기술은 대부분 수거 시 2차 오염을 방지하기 위한 펌프 식 설비에 기초한 기술이며, 현장처리기술은 제강 슬래그 등을 이용한 피복 또는 개선제에 의한 처리기술임

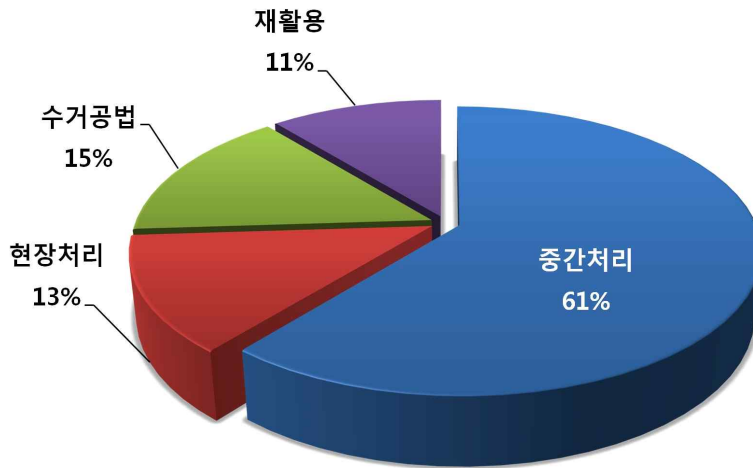


그림 2.1 국내 퇴적물 정화 처리 및 유효활용 관련 특허의 분야별 현황

표 2.4 국내 퇴적물/토양 정화처리 및 유효활용 관련 주요 특허(등록) 현황

번호	특허권자	발명자	출원일/ 등록일	기술 명칭	요약
1	기술원, (주)에이치플러스에코	김 경 련 외 1명	2015. 3. 3. / 2015. 5. 20.	나노버블을 이용한 수저오염퇴적물 정화처리 시스템	수거된 수저오염퇴적물을 효율적으로 정화 처리하기 위하여 입경별로 분리, 세척 처리 및 수나노 크기 직경의 기포 적용을 포함한 고도 처리 공정
2	노틸러스미네랄즈 퍼시픽 피티 리미티드	번트 롤랜드	2015. 2. 6. / 2015. 4. 08.	자가 세척 수집 장치 및 방법	해저 물질의 수집을 위한 자가 세척 수집 장치 및 방법 제공
3	박영자	박영자	2015. 1. 19. / 2015. 2. 16.	정확조 침전과 기계식 탈수장치를 이용한 준설토 탈수처리시스템	항만과 내수면에 퇴적되어 있는 다양한 퇴적물을 정확조 침전 및 기계식 탈수장치를 이용하여 처리하는 정확조 침전과 기계식 탈수장치를 이용한 준설토 탈수처리시스템
4	주식회사 덕진엔지니어링	정영남	2014. 11. 25 / 2015. 1. 22.	침사물 처리 방법 및 침사물 처리장치	침사물 처리 방법 및 침사물 처리장치에 관한 상기 수집 스크레퍼 유니트와 이송 스크레퍼 유니트를 혼드는 스윙기구로 구성되는 처리장치
5	요시노 셋코 가부시키가이샤	야마구치 마사토	2014. 10. 28 / 2014. 12. 3.	특정 유해 물질의 불용화제, 이를 이용한 특정 유해 물질의 불용화 방법 및 토양의 개량방법	토양이나 토양 표면에 부여하여 행하는 중금속 등의 불용화 처리에 유용한, 중금속 등을 효과적으로 불용화하여 고정 및 재이용이 가능하도록 개량하는 방법
6	주식회사 에취켓	장규진	2014. 6. 30 / 2014. 11. 13	하수관거 준설토 탈수장치 및 이를 이용한 준설토 탈수방법	하수관거에서 준설토 모래, 흙 등의 준설토에서 덩어리진 준설토를 잘게 분쇄하고, 분쇄된 준설토를 탈수기까지 이송하면서 수분을 탈수하는 장치
7	한국환경기계주식회사	김 동 환 외 1명	2014. 5. 30 / 2014. 8. 11	모래 및 협잡물 여과, 탈수 장치	모래와 협잡물이 함유된 폐기액의 고형물질을 여과 처리하는 장치
8	한국해양과학기술원	김 경 련 외 1명	2014. 3. 14 / 2014. 7. 29	수저오염퇴적물 정화처리 시스템	수거된 수저오염퇴적물에서 입자를 입경별로 분류, 선별장치로부터 유입된 수저오염퇴적물에 미세기포 적용을 포함하는 고도 정화처리 시스템
9	한국해양과학기술원	김 경 련 외 1명	2014. 3. 14 / 2014. 7. 29	미세기포 전처리를 포함하는 수저오염퇴적물 정화처리 공정	수저오염퇴적물에 미세기포를 분사하여 오염물질을 1-2 단계를 거쳐 분리 및 제거를 특징으로 하는 미세기포 전처리를 포함하는 수저오염퇴적물 정화처리 공정
10	김상환	김상환	2014. 1. 24 / 2014. 5. 26	친환경 수중 준설풀장치	수중 바닥의 퇴적물을 파내는 준설풀장치
11	김상환	김상환	2014. 1. 3. / 2014. 1. 17	환경오염을 막기 위한 차단벽이 설치된 준설풀장치	환경오염을 유발하지 않는 준설풀장치
13	박선미	김 흥 국 외 1명	2013. 10. 24 / /	준설풀 장치	준설풀 장치에 관한 것으로 흡입 파이프의 설치 높이를 조절할 수 있어 펌프 및 발전기가 수중

번호	특허권자	발명자	출원일/ 등록일	기술 명칭	요약
			2014. 4. 11		잡기지 않고도 퇴적물을 흡입하는 흡입력을 저하되는 것을 방지할 수 있을 뿐만 아니라 펌프 및 발전기가 수중에 잠기지 않으므로 부식되는 것을 억제하는 준설장치
14	송재홍	송재홍	2013. 10. 23 / 2015. 5. 4.	미세공기 부양법을 이용한 해양 퇴적토 제거방법	미세공기 부양법을 이용한 해양 퇴적토 제거방법, 부상 처리 방법에 의해 탁도 유발물질을 영구적으로 신속하게 제거할 수 있을 뿐만 아니라, 기존 준설방법에 비해 처리시간을 획기적으로 단축시키는 방법
15	케이알준설 주식회사	류신	2013. 10. 11 / 2014. 5. 21.	압축공기를 이용한 준설토 이송이 가능한 갠트리 크레인이 구비된 준설선	갠트리 크레인을 선박에 구비하여 별도로 분해, 조립의 과정 없이 준설작업을 하여 갠트리 크레인의 하측에 위치한 반송기로 선체에 준설된 흙이나 모래, 바위 등을 반출할 수 있는 선박
16	진도종합건설 (주)	고성규 외 1명	2013. 8. 27 / 2013. 11. 1.	하수처리 시스템을 이용한 준설토 처리장치 및 방법	하수처리 시스템의 침강조, 폭기조 등을 이용하여 별도의 처리장치 및 설비의 설치 없이 하수와 함께 처리함으로써 준설토 처리의 비용을 획기적으로 절감하는 방법
17	초석건설산업 (주), 대호산업개발 (주)	김일곤 외 1명	2013. 7. 2. / 2013. 12. 27	친환경 고화재를 이용한 준설토 고화방법	고칼슘 소각재를 주원료로 사용하고 자극제로서 TDF 소각재와 슬래그 미분말 및 페트로코우크스 탈황석고를 활용하여 준설토를 경제적이고 성능이 향상된 물성의 토목재료 또는 연약지반 처리용으로 재활용할 수 있는 방법
18	한경대학교 산학협력단	신우석 외 1명	2013. 4. 9. / 2014. 10. 20	해양오염퇴적물 내의 중금속을 안정화시키는 방법	해양오염퇴적물 내의 중금속을 안정화시키는 방법, 안정화제에 의해 용해성 및 이동성이 낮은 상태로 전환될 뿐만 아니라 중금속의 용출량을 크게 감소시키는 방법
19	주식회사 비엠, (주)세원테크	김종태 외 1명	2012. 5. 8. / 2013. 8. 29	혼합 미생물을 포함한 미생물 제제 및 이를 이용한 해양 준설토 또는 연안 슬러지의 생물학적 처리 방법 및 자가 소화 공정	혼합 미생물(BM-S-1)을 포함한 미생물 제제 및 이를 이용한 해양 준설토 또는 연안 슬러지의 생물학적 처리 방법 및 자가 소화 공정
20	한국건설기술 연구원	송호면 외 1명	2012. 3. 30. / 2013. 12. 16	자연공생 호소에서의 준설토 제거 구조체	자연공생 호소에서의 준설토 제거 구조체에 관한 것으로서 자연공생호소 내 수로의 설치를 통해 어류 은신처 및 대피로 조성 및 준설토와 오염토사물질의 효율적인 제거 및 관리가 가능한 구조체
21	김중윤	김중윤	2011. 9. 14 / 2011. 10. 14	입자분리 플랜트와 양개량 플랜트를 이용한 준설토의 재활용 처리장치 및 이를 활용한 재활용 처리방법	하천에 퇴적된 준설토의 재활용 처리 장치 및 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 매립 또는 투기등으로 제2의 환경오염을 유발하는 수중에 오염 준설토를 토목용 또는 농업용 토양으로 재활용 하는 방법
22	(주)우량종합	김공익	2011. 9. 2.	퇴적폐준설토를 활용한	유수지 등에서 발생하는 폐준설토사를 현장에

번호	특허권자	발명자	출원일/ 등록일	기술 명칭	요약
			/ 2012. 12. 4.	토양시멘트 기반안정화 공법	서 처리하여 토양시멘트로 조성함에 따라 지반을 안정화 및 재활용 방법
23	주식회사 해양수산연구개발, (주)에이치엔	강장원 외 1명	2011. 3. 16 / 2013. 9. 10	준설과정에서의 오탁수 처리장치	준설과정에서 다량의 입자상물질들을 포함하는 오탁수로부터 입자상물질 제거가 지속적으로 원활히 이루어질 수 있도록 함으로써 준설과정에서의 오탁수 방출로 인한 2차 오염을 방지할 수 있도록 하는 오탁수 처리장치
24	김상환	김상환	2011. 10. 25 / 2012. 5. 25	환경오염을 유발하지 않는 준설장치	물 바닥에 존재하는 오니나 오염물을 파내는 환경오염을 최소화할 수 있는 굴착장치
25	정석권	정석권 외 1명	2011.1.12 /	수중 오염 퇴적토 현장정화장치	수중 오염 퇴적토를 원위치에서 처리제를 투입하여 고흡화, 안정화 시키는 처리장치 (간접 관련)
26	(주)신강하이텍	조성주 외 1명	2011.2.7 /	오염토양 정화방법	오염토양을 입경별로 선별한 다음 고온 증기를 주입하여 정화시키는 방법 (간접 관련)
27	(주)코오롱글로벌, (주)코오롱위티앤에너지, (주)동명엔터프라이즈	배종현 외 1명	2011.3.31 /	오염토양 처리방법 및 시스템, 오염토양 선별 트로멜	사격장 오염토양에서 입자 크기별로 오염물질을 효율적으로 선별하기 위한 장치 및 방법 (간접 관련)
28	제이케이이앤씨 주식회사	박성근	2010. 9. 28 / 2012. 9. 18	침사 분리 종합 처리시스템 및 처리방법	협잡물중의 크기가 큰 자갈등과 같은 협잡물을 사전에 바이브레이터 스크린의 진동에 의해 손쉽고, 용이하게 인출하며, 별도의 세정기가 필요 없이 자중에 의해 하측으로 유입되는 침사물의 세정작업을 간편하게 수행하는 방법
29	한라건설주식회사, (주)큐엔솔루션, 서울대학교 산학협력단	권영호 외 1명	2010. 9. 1. / 2011. 4. 27	준설토 재활용 확대를 위한 오염 퇴적토 처리 방법 및 처리 시스템	유기물 및 중금속으로 오염된 미세 준설토를 친환경적으로 처리하여 오염 준설토의 효율적인 처리를 증대시키도록 한 처리 방법
30	권철기, 최종철	권철기 외 1명	2010. 8. 27 / 2013. 4. 30	미세 오염 퇴적물 탈수 장치	물속에 퇴적되어 있는 미세 입자들을 연속적으로 탈수 및 정화시켜 제거하는 방법
31	정세영	정세영	2010. 7. 28 / 2013. 3. 27	준설토사 함유 폐수 처리시설 및 이를 이용한 폐수 처리방법	준설토사 함유 폐수 처리시설 및 이를 이용한 폐수 처리방법
32	(주)에코원테크놀로지	이정무	2010. 7. 28 / 2010. 11. 16	준설물 처리장치	하천이나 하수도 바닥에 퇴적된 준설물을 수거하여 모래를 분리하고 세정 처리하는 준설물 처리장치
33	남선개발주식회사	백운모	2010. 6. 28 / 2011. 4. 14	준설토 처리시스템	준설토혼합물을 준설토와 혼탁액으로 분리하기 위한 하이드로사이클론으로부터 필요로 하는 고품질의 자갈이나 모래 등을 얻을 수 있어 원자재 창출에 따른 수입비용 등을 절감하는 처

번호	특허권자	발명자	출원일/ 등록일	기술 명칭	요약
34	(주)에이치엔지앤이, (주)해양연구개발	강 장 원 외 1명	2010. 5. 25 / 2010. 8. 5.	어장정화, 향로준설 및 다양한 준설사업 중 발생하는 준설퇴적물의 수분을 여과 및 흡착식으로 탈수하는 방법	필터용 부직포와 흡착포 및 에어 분사장치를 이용하여 수중 준설물에 포함된 물을 효율적으로 탈수시키도록 하는 것을 특징으로 함. 어장정화, 향로준설 및 다양한 준설사업 중 발생하는 준설퇴적물의 수분을 여과 및 흡착식으로 탈수하는 방법
35	(주)해양연구개발, (주)에이치엔지앤이	강 장 원 외 1명	2010. 5. 25 / 2010. 12. 31	어장정화, 향로준설 및 다양한 준설사업 중 배출되는 배출수의 부유물질을 제거하는 여과장치 및 방법	외부에서 공급되는 준설물을 상하 유동롤러를 이용하여 압착하면서 탈수시키도록 함으로서 탈수효율을 극대화시키도록 한 것을 특징으로 함. 어장정화, 향로준설 및 다양한 준설사업 중 배출되는 배출수의 부유물질을 제거하는 여과장치 및 방법
36	(주)해양연구개발, (주)에이치엔지앤이	강 장 원 외 1명	2010. 5. 25 / 2010. 12. 31	어장정화, 향로준설 및 다양한 준설사업 중 발생하는 준설 퇴적물에서 쓰레기, 자갈 및 모래를 빠른 속도로 분리하는 선별장치 및 방법	하천이나 호소 등에 쌓인 모래, 미세모래, 자갈, 슬러지 등과 같은 준설토를 각각 별도로 분리하여 선별토록 함으로서 골재 활용도를 극대화시키도록 한 것을 특징으로 하는 준설퇴적물에서 쓰레기와 자갈 및 모래를 빠른 속도로 분리하는 수중 준설물의 선별장치 및 방법
37	인진석, 송영채, 고성정	이 진 석 외 1명	2010. 5. 11 / 2012. 7. 23	오염 매질에 함유된 중금속 처리 장치 및 방법	중금속을 처리하는 새로운 시스템을 제공함으로써 비용 및 처리 효율을 획기적으로 개선할 수 있는 오염 매질에 함유된 중금속 처리 장치 및 방법
38	한국지질자원연구원	천 중 화 외 1명	2010. 3. 25 / 2010. 8. 19	해저퇴적물 채취장치	해저퇴적물 채취장치를 사용하면, 해저퇴적물 채취에 소요되는 비용을 크게 절감할 수 있고, 채취의 정확성을 높일 수 있는 채취장치
39	제이엠모터스주식회사	노성왕	2010. 2. 22 / 2010. 10. 28	흡입식 준설장치	하천이나 해안의 바닥에 쌓인 뿔이나 모래 등을 파 올리는 흡입식 준설장치에 관한 것으로 보다 상세하게는 바퀴가 구동하면서 뿔이나 모래 등을 부유시키면 부유된 뿔이나 모래 등을 물과 함께 흡입하는 준설장치
40	(주)오에치케이	남양원	2010. 2. 8. / 2011. 7. 6.	준설토 및 오탁수 처리 방법 및 이를 이용한 처리 시스템	준설토 및 오탁수의 오염 수준, 준설 방법, 및 수분 함량에 따라 처리 공정이 구분됨으로써, 준설토 및 오탁수의 처리 공정의 부담을 줄이고, 환경 부하를 경감시키는 처리 시스템
41	한국기계연구원	홍 원 석 외 1명	2010. 1. 27 / 2012. 5. 10	마이크로 버블을 이용한 하천 준설토 정화 장치	난분해성 유기물과 오염물이 포함된 세수 물과 버블 오존수를 혼합하여 정화시키고, 이후 세수 물에 포함된 유해 유기물질을 산화 및 흡착하여 정화한다. 이에 의해, 안정적이고도 효율적으로 하천 준설토를 정화시키는 정화 장치

번호	특허권자	발명자	출원일/ 등록일	기술 명칭	요약
42	원	홍 원 석 외 1명	2010. 1. 27 / 2012. 3. 29	미세기포를 이용한 기름 오염 토양의 정화 장치	기름오염 토양을 세수 및 진동시켜서 나오는 처리 대상수를 오존버블이 함유된 버블 오존수 와 혼합하여 기름과 유기물을 분리하는 장치
43	아주대학교 산 학협력단	오 수 기 외 1명	2010.11.26 /	열 탈착에 의한 유류오염 토양 정화장치	유류 오염토양을 가열하여 오염물질을 증발시 킨 후 이를 냉각시켜 배출시키는 처리장치 (간 접관련)
44	(주)금호기술검 사	김 영 채 외 1명	2010.5.25 / 2010.8.23	이동 설치가 가능한 오염 토양 고층야적식 정화장 치	유류 및 화학물질에 의해 오염된 토양을 처리 하기 위한 이동 설치가 가능한 고층야적식 정 화장치 (간접 관련)
45	(주)삼우이엔지, (주)케이에스티	백용기	2010.5.3 / 2010.10.13	오염토양 세척 선별장치	유류, 중금속 등 복합 오염토양을 고압으로 세 척 및 물리적 충돌을 유발시켜 처리하며, 세척 수를 처리 후 재사용하는 장치 (간접 관련)
46	(주)지오엔지니어링, 어영식	이 흥 규 외 1명	2010.4.27 / 2010.12.1	원위치 토양의 오염정화 방법	시추천공기를 이용 천공 후 정화제가 혼합된 물을 가압하여 공기와 함께 분사시켜 오염토양 을 정화하는 방법 (간접 관련)
47	(주)대일이앤씨, (주)한라건설	권 영 호 외 1명	2010.2.19 / 2010.5.7	오염 준설토 처리장치 및 그 처리방법	오염된 하천의 미세 준설토를 선별, 정화하여 중금속 처리 효율을 높이는 처리방법 (간접 관 련)
48	(주)제철세라 믹	이 준 창 외 1명	2009. 5. 29. / 2010. 12. 8.	준설토의 고화방법 및 이 에 사용되는 준설토용 고 화제	준설토에 전용 고화제를 첨가하여 혼합, 고화 처리하여 양질의 흙, 건축재용 성토재, 복토재 등으로 재활용
49	(주)큐엔솔루션, (주)한라건설	김수곤	2009.8.7 / 2010.8.17	자기장을 이용한 중금속 오염 미세토양 슬러리 정 화 방법	미세토양 슬러리에 분산제를 투입 분산시킨 다 음 자기장을 이용 중금속 함유 광물입자를 분 리하는 정화 방법 (간접 관련: 오염물질의 자성 특성에 따라 분리될 수 있음)
50	주식회사 지 지케이, 주식 회사 대명엔 지니어링	홍 성 술 외 1명	2009. 7. 8. / 2010. 4. 14	기저퇴적물 제거장치 및 그 준설투방법	강이나 하천, 호수 등의 기저퇴적물을 준설투할 수 있으며 시간당 진공흡입관으로 공급되는 에 어의 양을 조절하여서 기저퇴적물의 흡입량을 조절할 수 있음
51	제드준설 주 식회사, 백도 선	백도선	2009. 6. 12 / 2010. 1. 21	친환경 준설투 분리장 치 및 방법	하천 등에 쌓인 모래, 슬러지 등과 같은 준설투 로부터 물과 미세 점토질 토분을 분리하여 방 출시키는 동시에 사용 가능한 토사만을 용이하 게 분리시킴.
52	(주)코오롱건설	이 승 철 외 1명	2009.5.15 / 2011.7.7	오염토양 오염물질 분리 및 정화장치	오염토양에 공기 또는 세척수를 분사하는 복수 의 분리 매체 분사노즐을 포함하는 분리 및 정 화장치 (간접 관련)

번호	특허권자	발명자	출원일/ 등록일	기술 명칭	요약
53	큐엔솔루션	김 수 곤 외 1명	2009.6.15 / 2010.4.6	미세토양 세척장치 및 방 법	1mm 미만 미세토양을 세척, 선별하고, 선별된 미세토양에 함유된 유류, 중금속 제거 효율을 향상시키는 처리방법 (간접 관련)
54	아 주 대 학 교 산 학협력단	오 수 기 외 1명	2009. 8. 27. / 2012. 1. 26	마이크로웨이브를 이용하 는 오염토양 정화장치	마이크로웨이브를 이용하여 오염토양을 가열 및 에너지를 공급하여 처리효율을 높이는 장치 (간접 관련)
55	원 텍 에 이 티 에 스	송연도	2008. 3. 27. / 2008.9.25	토양 세척장치	오염토양을 파쇄 공극 넓힘, 계면활성제 주입 스크류 이용하여 세척하여 처리 효율을 높이는 장치 (간접 관련)
56	(주)코스코, 장 순옥	최 중 규 외 1명	2008. 9. 4. / 2011.09.16	침전을 이용한 약주 원심 분리방식의 준설퇴적물정 화장치	약주 원심분리방식의 준설퇴적물정화장치
57	주)코스코	최 중 규 외 1명	2008. 11. 17 / 2009. 02. 27	회전로타를 이용한 친환 경 퇴적물흡입 장치	퇴적물을 분쇄하여 흡입호퍼로 흡입하되, 흡입 호퍼 밖으로 비산되는 부유물을 최소화하고, 준 설시에 연속식으로 퇴적물을 흡입할 수 있는 친환경 퇴적물 흡입장치
58	(주) 케 이 디 에 스	김 보 수 외 1명	2008. 04. 16 / 2008. 10. 07	자기 충돌에 의한 준설토 처리 장치 및 방법	자기 충돌에 의한 준설토 처리 장치와 방법에 관한 것으로, 자기 충돌에 의해 골재, 모래, 슬 러지로 분산 선별하는 방법
59	한 국 지 질 자 원 연구원	김 재 곤 외 2명	2007. 5. 16. / 2009. 1. 29	오염토양 차단층 및 이를 이용한 기능성 다층객토 복원공법	중금속 상승 차단층, 수분 상승 차단층, 토사유 입 차단층으로 이루어지는 오염토양 차단층을 중단에 설치/비소, b가 크롬등 중금속 용출과 오염악화를 차단 (간접 관련)
60	(주)코스코	최 중 규 외 1명	2007. 05. 09 / 2007. 11. 08	원심분리를 이용한 준설토 퇴적물정화 장치	퇴적물을 흡입펌프로 흡입하고, 흡입한 퇴적물 을 원심분리기 및 전기반응조를 이용하여 신속 하게 연속식으로 퇴적물을 분리 및 처리할 수 있는 약주원심분리방식 준설토정화장치
61	주영호, (주)선 양	주영호	2006. 08. 16 / 2007. 11. 20	전기분해장치가 구비된 해양 오니 준설 후처리 선 및 해양 오니로부터 발생된 해수 처리 방법	해양 오니 후처리 선 및 해양 오염퇴적 오니로 부터 발생된 해수를 정화 처리하는 방법
62	(주)코스코	최 중 규 외 1명	2006.01.23 / 2006.03.30	해저 및 저수지의 침전물 회수 및 정화장치	침전물의 선상에서 처리하여 회수하는 해저 또 는 저수지 침전물 회수 및 정화장치
63	(주)코스코, 장 순옥	최 중 규 외 3명	2005.07.01 / 2005.11.11	연속식 해저 및 저수지의 침전물 제거 장치	침전물을 흡입하여 작업선(바지선) 상에서 약품 처리없이 여과처리를 하여 회수된 침전물은 농축하여 회수하는 연속식 해저 및 저수지 침 전물 제거 장치

번호	특허권자	발명자	출원일/ 등록일	기술 명칭	요약
64	()코스코	최 종 규 외 2명	2005.02.22 / 2005.09.15	흡입식 해저 및 저수지 침전물 제거 장치	침전물을 인양하여 고체침전물과 액체침전물을 분리 처리하는 수단을 구비한 흡입식 해저 및 저수지 침전물 제거장치
65	(주)선양, 인하 대 산학협력단	손 충 렬 외 3명	2005. 12. 29 / 2006. 12. 04	수압차를 이용한 퇴적물 회수 장치 및 회수 방법	수압차를 이용한 해저 및 수저의 퇴적물을 제 거하기 위한 장치
66	(주) 후 지 기 소 코 리아, (주) 후 지 기 소 공 업	엔도 가 즈 히 사 외 1명	2004.3.12 / 2004.7.8	오염토양 개량방법	진공탱크 내에서 에어 버블링을 행하는 경우에, 바깥 기온이 낮은 동절기에도 효율적으로 휘발 성 화학물질들을 분리시키고 처리시간을 대폭적 으로 단축시킬 수 있는 오염토양 개량방법 (간 접 관련)
67	(주)호동전자	김 현 호 외 4명	2004.11.24 /	고농도 오존수를 이용한 난분해성 오염토양 복원 방법 및 그 장치	고농도 오존수를 이용한 난분해성 오염토양 복 원방법/오염토양, 수질, 폐기물의 유기오염물질 정화가능 (간접 관련)
68	(주)코스코, 대 우 조 선 해 양 이 엔알(주)	우 종 식 외 3명	2004.11.25 / 2005.05.19	원격 조종 하저면 초음파 조사 장치	준설정보와 입체지형도를 산출해 내고 하저를 수색하는 하저면 초음파 조사 장치
69	에 스 아 이 비 (주)	주대성	2004. 09. 16 / 2006. 10. 20	준설퇴적물의 정화 시스 템	오염된 퇴적물을 원심분리기를 이용하여 세척 및 선별하는 단계, 원심분리기에서 선별된 낙하 분리물의 세척과 이송 단계 및 원심분리기의 상등액을 약품처리 및 침전과정을 거쳐 고형물 을 분리하는 단계로 구성되는 정화 시스템
70	한 국 건 설 기 술 연구원	안 재 환 외 5명	2003. 09. 30 / 2005. 09. 12	준설 퇴적토를 이용한 재 활용 제품의 제조 방법	준설 퇴적토의 토사 성분인 준설 퇴적토를 이 용하여 건설용 블록 등 재활용 제품을 제조하 는 방법
71	주영호, (주)선 양	주영호	2003.12.15 / 2006.02.27	부유물에 의한 2차 오염 이 없는 준설 시스템	단위 부선을 복수개 결합하여 부선을 형성하고, 상기 부선에 설치되어진 크레인의 단부에 설치 된 준설편포의 흡입구를 유동을 방지하도록 하 는 준설 시스템
72	한 국 해 양 연 구 원	김 상 진 외 4명	2003.4.22 / 2005.11.10	전자수용체 처리를 통한 퇴적 토의 생물학적 정화방법	퇴적물은 원위지에서 혐기성 상태이므로 이를 이용 전자수용체 처리를 통한 생물학적 정화방 법 (간접 관련)
73	(주)서해건설	정 연 규 외 3명	2002.3.5 / 2004.9.7	퇴적 준설물의 경량화에 의한 난분해성 물질의 처	하천, 해안 및 폐쇄성 수역의 오염 퇴적 준설물 의 처리 장치, 하이드로사이클론, 부상탑, 제 1

번호	특허권자	발명자	출원일/ 등록일	기술 명칭	요약
				및 방법	슬러리 생물반응기, 제 2 슬러리 생물반응기로 구성되며, 이를 다시 컨테이너 박스 2개를 사용하여 조립, 통합함으로써 이동식 장치로 제작 개발 (간접 관련)
74	(주)토다공업	가 와 노 주 니 씨 외 6명	2002.12.2 / 2009.10.5	토양·지하수의 정화 처리용 철 입자 그의 제조법 해당 철 자를 포함하는 정화제 그의 제조법 및 토양·지하수의 정화 처리 방법	토양, 지하수 정화에 사용될 수 있는 철 입자를 포함하는 정화제 및 처리방법 (간접 관련)
75	POSCO, (재) 포항산업과학 연구원	박 광 석 외 1명	2001. 12. 22. / 2008. 3. 17.	준설 퇴적물의 처리 방법	적은 비용으로 환경에 악영향을 최소화하기 위해 준설 퇴적물을 인접해역에 투기 후, 제강 슬래그를 복토하여 오염물질 용출을 억제하는 방법
76	엘지건설	황학 외 5명	2001. 03. 31 / 2003. 11. 12	퇴적 준설토 처리 장치 및 방법	퇴적 준설토 중의 골재와 오염퇴적토를 분리하고, 분리된 오염퇴적토를 처리하는 장치 및 방법
77	POSCO, (재) 포항산업과학 연구원	이충일	1999. 8. 10. / 2004. 3. 5.	제강 슬래그를 이용한 수질 및 퇴적토양 오염물질 정제방법	제강 슬래그를 이용하여 수질 및 오염퇴적물의 정제방법으로 파쇄 슬래그를 살포하여 부영양물질, 중금속 등을 정화시키는 방법
78	POSCO, (재) 포항산업과학 연구원	박 광 석 외 1명	1999. 8. 10. / 2001. 3. 5.	해저 퇴적물로부터의 오염물질 용출 억제방법	제강슬래그를 파쇄하여 오염된 퇴적물 상부에 살포하여 퇴적층으로부터 인 및 황화수소의 용출을 억제시켜 부영양화 방지에 활용하는 방법

나. 특허 동향 분석¹⁰⁾

(1) 분석배경 및 목적

- 배경

기술예측 및 역량분석 단계에 있어서 해당 기술 분야에 대한 현재 기술수준, 기술개발동향, 시장 및 산업동향 조사 등 사전 특허·기술 동향을 파악함으로써 연구의 방향성을 검토하고 관련된 연구사업의 정책 수립에 있어서 객관적 정보자료를 제공하기 위하여 한국 지식재산전략원의 주관 하에 특허법인 태웅에서 분석을 실시함

- 분석목적

특허동향조사는 수저준설토 유효활용을 위한 정화처리기술 분야 관련 기술동향을 특허정보를 통해 파악함으로써 우리나라의 기술 수준, 국제기술동향 등을 파악하고 해양수산연구기획사업의 기술예측 및 역량분석에 참고가 될 수 있는 정보를 제공함으로써 본 기획연구 개발과 과제 수행에 도움이 되고자 함

(2) 분석 범위

① 분석 대상 특허·논문 검색 DB 및 검색 범위

분석에서는 오염준설토(토양)에 대한 정화기술에 관한 특허를 1979년 1월부터 2015년 10월까지 출원공개 또는 출원등록된 한국, 미국, 일본, 유럽특허를 분석 대상으로 하였으며, 분석을 위해 WISDOMAIN DB를 사용함

② 분석 대상 기술 및 검색식 도출

과제의 연구내용 제안서를 기초로 중금속 및 지속성유기오염물질 오염 수저준설토 유효활용을 위한 현장 정화기술을 분급처리분야, 정화처리분야 및 안정화 처리분야의 3가지로 중분류 항목을 설정하였으며, 각각의 중분류에 따라 분급처리분야의 경우 입경 별 분리기술, 비중 별 분리기술, 자력 분리기술을, 정화처리분야의 경우 물리적 정화기술, 화학적 정화기술, 생물학적 정화기술, 열처리 정화기술을, 안정화 처리분야의 경우 고화 안정화 처리기술을 소분류로 설정하였음

10) 해양수산부 해양수산연구기획사업. 중금속 및 지속성유기오염물질 오염 수저준설토 유효활용을 위한 현장 정화기술 특허동향보고서 2016.1

표 2.5 검색 DB 및 검색범위

자료 구분	국 가	검색 DB	분석구간	검색범위
공개□등록특허 (공개□등록일 기준)	한국 (KIPO)	WISDOMAIN	1979.01 ~ 2015.10	특허공개 및 등록 전체문서
	미국 (USPTO)	WISDOMAIN		
	일본 (JPO)	WISDOMAIN		
	유럽 (EPO)	WISDOMAIN		
	중국 (SIPO)	WISDOMAIN		

※ 정량분석구간: 한국, 미국, 일본, 유럽 1979.01 ~ 2015.10 (출원년도 기준)¹¹⁾

③ 핵심 키워드 도출

각 소분류 별 키워드를 도출하였으며 키워드 군은 하기 표에 나타난 바와 같음

11) ※ 한국, 미국, 일본, 유럽 특허: 출원일 기준으로 분석하며, 일반적으로 특허출원 후 18개월이 경과된 때에 출원 관련정보를 대중에게 공개하고 있음. 따라서 아직 미공개 상태의 데이터가 존재하는 2014~2015년 자료는 유효하지 않으므로 정량분석은 ~2013년까지 유효데이터로 분석함. 단, 정성분석에는 가장 최근 특허자료까지 포함하여 분석함

표 2.6 기술 분류별 키워드

중분류 / 소분류	핵심 키워드(국문, 영문)
입경 별 분리 (AAA)	(입경* or (입자 and (크기* or 사이즈*)) or (particle and (size* or diameter*))) and (분급* or 분리* or 선별* or 추출* or 구분* or 스크린* or 처리* or 활용* or 재활용* or classif* or separat* or sort* or screen* or treat* or recycl* or reus*)
비중 별 분리 (AAB)	(비중* or 중량* or 밀도* or 무게* or 질량* or "specific gravity" or weight* or density* or mass*) and (분급* or 분리* or 선별* or 추출* or 구분* or 싸이클론* or 원심* or 처리* or 활용* or 재활용* or classif* or separat* or sort* or cyclon* or centrifugal* or treat* or recycl* or reus*)
자력 분리 (AAC)	(자력* or 자기력* or 자성* or 자석* or magnet*) and (분급* or 분리* or 선별* or 추출* or 구분* or 인력* or 처리* or 활용* or 재활용* or classif* or separat* or sort* or cyclon* or centrifugal* or attract* or treat* or recycl* or reus*)
물리적 정화 (ABA)	(물리적* or 버블* or 오존* or 거품* or 물방울* or 전단력* or 공동* or 초음파* or c/2(고압*, 충돌*) or physic* or bubble* or ozone* or incinerat* or shear* or cavitat* or ultrasonic* or c/2(high*, pressur*, collision*) and (정화* or 세척* or 복원* or purif* or clean* or decompos* or degrad* or treat* or recover* or restorat* or decontaminat* or improv*)
화학적 정화 (ABB)	(화학적* or 산화* or 계면활성* or chemical* or oxid* or (surface and activit*)) and (정화* or 세척* or 복원* or purif* or clean* or decompos* or degrad* or treat* or recover* or restorat* or decontaminat* or improv*)
생물학적 정화 (ABC)	(생물학적* or 미생물* or 식물* or biologic* or microorganism* or plant*) and (정화* or purif* or clean* or decompos* or degrad* or treat* or recover* or restorat* or decontaminat* or improv*)
열처리 (ABD)	((열 W/1 처리*) or 가열* or 소각* or (열 W/1 분해*) or (열 W/1 탈착*) or heat* or thermal* or incinerat*) and (정화* or purif* or clean* or decompos* or degrad* or treat* or recover* or restorat* or decontaminat* or improv*)
고화 안정화 처리 (ACA)	(고화* or 고체화* or 고형화* or 압축* or 압력* or 가압* or 안정화* or 유리화* or consolidat* or lithificat* or solidif* or stabiliz* or compress* or compact* or pressur* or vitrificat*)

표 2.7 분석대상 기술분류

대분류	중분류	소분류	검색개요(기술범위)
중금속 및 지속성유기오염물질 오염수저준설토 유효활용을 위한 현장정화기술(A)	분급 처리(AA)	입경 별 분리 (AAA)	토사의 입자 크기 별로 이에 대응하는 pore 크기를 가지는 스크린을 이용하여 입경 별 분리 처리(ex: 진동 스크린, 드럼 스크린 등)
		비중 별 분리 (AAB)	토사의 비중 별로 입자를 분리 처리(ex: 하이드로 사이클론 등)
		자력 분리 (AAC)	자력의 인력에 반응하는 입자들을 분리 처리
	정화 처리(AB)	물리적 (ABA)	물리적인 방법으로 오염물질을 분리 및 제거(ex: 버블, 오존 등)
		화학적 (ABB)	화학적인 방법으로 오염물질을 분리 및 제거(ex: 산화제, 계면활성제 등)
		생물학적 (ABC)	생물학적인 방법으로 오염물질을 분리 및 제거(ex: 미생물, 식물 개량제 등)
		열처리 (ABD)	고온 가열을 통해 오염물질 분리 및 제거
	안정화 처리(AC)	고화 안정화 처리(ACA)	토사 자체를 고화시켜 안정화된 고화체를 얻거나, 용융 유리에 혼합하여 유리화 처리(ex: 고화제, 유리화 등)

④ 검색 식 도출 과정

도출된 키워드를 바탕으로 검색식을 설정하였으며, 유사특허들을 일차적으로 검색하여 해당 기술 분야의 특성에 따른 분석을 통하여 수정 보완 과정을 거친 후 가능한 넓은 범위의 기술이 검색 되도록 검색식을 작성함

표 2.8 기술 분류체계에 따른 최종 검색식

대분류	중분류	소분류	검색식 (국문)	검색식 (영문)
중금속 및 지속성 유기오염 물질 오염 수처 준설토 유해 활용을 위한 현장 정화기술 (A)	분급 처리 분리 (AA)	입경 별 분리 (AAA)	(준설토* or 퇴적물* or 토사* or 퇴적토* or 중적토* or 토양*) AND ((입경* or (입자 and (크기* or 사이즈*))) and (분급* * or 분리* or 선별* or 추출* or 구분* or 스크린* or 처리* or 활용* or 재활용*))	(spoil* or regosol* or soil* or dredged*) AND ((particle and (size* or diameter*)) and (classif* or separat* or sort* or screen* or treat* or recycl* or reus*))
		비중 별 분리 (AAB)	(준설토* or 퇴적물* or 토사* or 퇴적토* or 중적토* or 토양*) AND ((비중* or 중량* or 밀도* or 무게* or 질량*) and (분급* or 분리* or 선별* or 추출* or 구분* or 사이클론* or 원심* or 처리* or 활용* or 재활용*))	(spoil* or regosol* or soil* or dredged*) AND ((specific gravity" or weight* or density* or mass*) and (classif* or separat* or sort* or cyclon* or centrifugal* or treat* or recycl* or reus*))
		자력 분리 (AAC)	(준설토* or 퇴적물* or 토사* or 퇴적토* or 중적토* or 토양*) AND ((자력* or 자기력* or 자성* or 자석*) and (분급* or 분리* or 선별* or 추출* or 구 분* or 인력* or 처리* or 활용* or 재활용*))	(spoil* or regosol* or soil* or dredged*) AND (magnet* and (classif* or separat* or sort* or cyclon* or centrifugal* or attract* or treat* or recycl* or reus*))
	정화 처리 (AB)	물리적 (ABA)	(준설토* or 퇴적물* or 토사* or 퇴적토* or 중적토* or 토양*) AND ((물리적* or 버블* or 오존* or 거품* or 물방울* or 전단력* or 공동* or 초음파* or c/2(고압*, 충돌*)) and (정 화* or 세척* or 복원*))	(spoil* or regosol* or soil* or dredged*) AND ((physic* or bubble* or ozone* or incinerat* or shear* or cavitat* or ultrasonic* or c/2(high*, pressur*, collision*) and (purif* or clean* or decompos* or degrad* or treat* or recover* or restorat* or decontaminat* or improv*))
		화학적 (ABB)	(준설토* or 퇴적물* or 토사* or 퇴적토* or 중적토* or 토양*) AND ((화학적* or 산화* or 계면활성*) and (정화* or 세척* * or 복원*))	(spoil* or regosol* or soil* or dredged*) AND ((chemical* or oxid* or (surface and activit*)) and (purif* or clean* or decompos* or degrad* or treat* or recover* or restorat* or decontaminat* or improv*))
		생물학 적 (ABC)	(준설토* or 퇴적물* or 토사* or 퇴적토* or 중적토* or 토양*) AND ((생물학적* or 미생물* or 식물*) and 정화*)	(spoil* or regosol* or soil* or dredged*) AND ((biologic* or microorganism* or plant*) and (purif* or clean* or decompos* or degrad* or treat* or recover* or restorat* or decontaminat* or improv*))
			열처리 (ABD)	(준설토* or 퇴적물* or 토사* or 퇴적토* or 중적토* or 토양*) AND (((열 W/1 처리*) or 가열* or 소각* or (열 W/1 분 해*) or (열 W/1 탈착*)) and 정화*)	(spoil* or regosol* or soil* or dredged*) AND ((heat* or thermal* or incinerat*) and (purif* or clean* or decompos* or degrad* or treat* or recover* or restorat* or decontaminat* or improv*))
	안정화 처리 (AC)	고화 안정화 처리 (ACA)	(준설토* or 퇴적물* or 토사* or 퇴적토* or 중적토* or 토양*) AND (고화* or 고체화* or 고형화* or 압축* or 압력* or 가압* or 안정화* or 유리화*)	(spoil* or regosol* or soil* or dredged*) AND (consolidat* or lithificat* or solidif* or stabiliz* or compress* or compact* or pressur* or vitrificat*)

표 2.9 기술 분류체계에 따른 특허 검색건수

대분류	중분류	소분류	검색건수					
			한국 KIPO	일본 USPTO	미국 JPO	유럽* EPO	합계	
중금속 및 지속성유기오 염물질 오염 수저준설토 유효활용을 위한 현장 정화기술(A)	분급 처리 (AA)	입경별 분리 (AAA)	312	473	747	243	1775	
		비중별 분리 (AAB)	667	2990	1160	609	5426	
		자력 분리 (AAC)	93	1171	266	111	1641	
	정화 처리 (AB)	물리적 (ABA)	733	1765	1751	596	4845	
		화학적 (ABB)	657	1793	969	525	3944	
		생물학적 (ABC)	302	1808	520	353	2983	
		열처리 (ABD)	265	2430	623	323	3641	
	안정화 처리 (AC)	고화 안정화 처리 (ACA)	1042	3045	1071	686	5844	
	총 합 계			4071	15475	7107	3446	30099

⑤ 유효특허 선별 결과

표 2.10 기술 분류체계에 따른 특허 검색건수(유효특허 선별)

대분류	중분류	소분류	검색건수					
			한국 KIPO	일본 USPTO	미국 JPO	유럽* EPO	합계	
중금속 및 지속성유기오 염물질 오염 수저준설토 유효활용을 위한 현장 정화기술(A)	분급 처리 (AA)	입경별 분리 (AAA)	31	171	22	24	248	
		비중별 분리 (AAB)	36	205	29	34	304	
		자력 분리 (AAC)	34	184	20	9	247	
	정화 처리 (AB)	물리적 (ABA)	64	369	75	45	553	
		화학적 (ABB)	118	397	97	64	676	
		생물학적 (ABC)	133	628	73	62	896	
		열처리 (ABD)	77	593	83	57	810	
	안정화 처 리 (AC)	고화 안정화 처리 (ACA)	57	603	65	49	774	
	총 합 계			550	3150	464	344	4508

* 유럽은 EPO(유럽특허청)에 출원한 특허¹²⁾

(3) 분석방법

① 정량 및 핵심기술 분석

○ 정량 분석

- 과제외 연구내용 제안서를 기초로 하여 중금속 및 지속성유기오염물질 오염 수저준설토 유효활용을 위한 현장 정화기술을 분급처리분야, 정화처리분야 및 안정화 처리분야의 3가지로

12) 유럽특허제도는 유럽특허조약의 회원국 사이에서 유효한 유럽특허를 부여하기 위해 만들어진 제도로써 유럽특허조약(EPC : European Patent Convention)에 따라 유럽특허청(EPO)에서 운영함

중분류 항목을 설정하였으며, 각각의 중분류에 따라 분급처리분야의 경우 입경 별 분리기술, 비중 별 분리기술, 자력 분리기술을, 정화처리분야의 경우 물리적 정화기술, 화학적 정화기술, 생물학적 정화기술, 열처리 정화기술을, 안정화 처리분야의 경우 고화 안정화 처리기술을 소분류로 설정하여 분석을 수행하였음

- 특허기술 Landscape: 조사대상국인 한국, 미국, 일본, 유럽 및 중국에서의 주요시장국 기술개발 활동현황, 구간별 출원인수와 출원건수의 증감 정도의 분석을 통한 기술시장 성장단계 파악 및 국가 간 기술경쟁력 현황 분석
- 세부기술 분석: 핵심기술 분석에서는 소분류별로 구간별 특허출원 동향, 주요시장국별 세부기술 동향, 다출원인의 특허 동향 등을 분석함

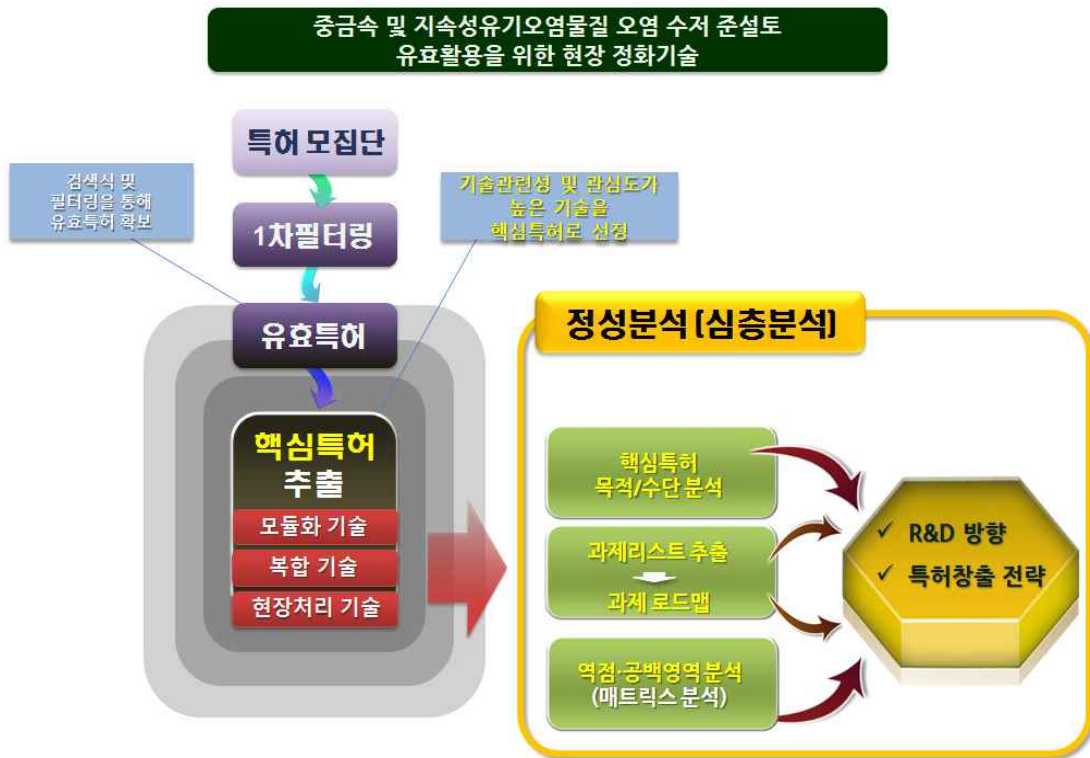


그림 2.2 심층 분석 체계

② 심층 분석 및 R&D 방향, 특허창출 전략 도출

○ 심층 분석

- 오염 준설토 정화기술 관련 유효특허 중 기술관련성 및 관심도가 높은 기술(모듈화 기술, 복합기술, 현장처리 기술)을 핵심특허로 선정하여, 선정된 핵심특허에 대해 심층 분석을 수행함

- 핵심특허에 대한 목적-수단 분석, 과제 리스트 정리 및 과제 로드맵 도출, 역점·공백 영역 분석을 수행하여 R&D 방향 및 특허 확보 전략을 도출하도록 하였음

○ 핵심특허 선정 기준

- 국내 준설환경에 최적화 된 준설 현장에 적용가능한 처리기술의 개발에 기술 관련성 및 연구관심도가 높으므로 핵심특허의 선정기준으로 준설토 정화 처리시설의 모듈화 기술, 복합처리기술, 현장처리 기술과 관련성이 높은 기술로 선정함
- 정량분석의 대상이었던 유효특허(4,508건)의 경우, 육지 토양 처리기술이 상당수 차지하고 있어 핵심 특허 선정을 위해 우선적으로 육지 토양 처리기술을 배제하고, 수저 준설토 처리기술로 한정하였으며, 이들 수저 준설토 처리기술 중 오염 준설토 처리시설의 모듈화 기술, 복합처리 기술 및 현장처리 기술과 관련성이 높은 기술을 추출한 결과 최종적으로 76건의 핵심특허를 선정하였음

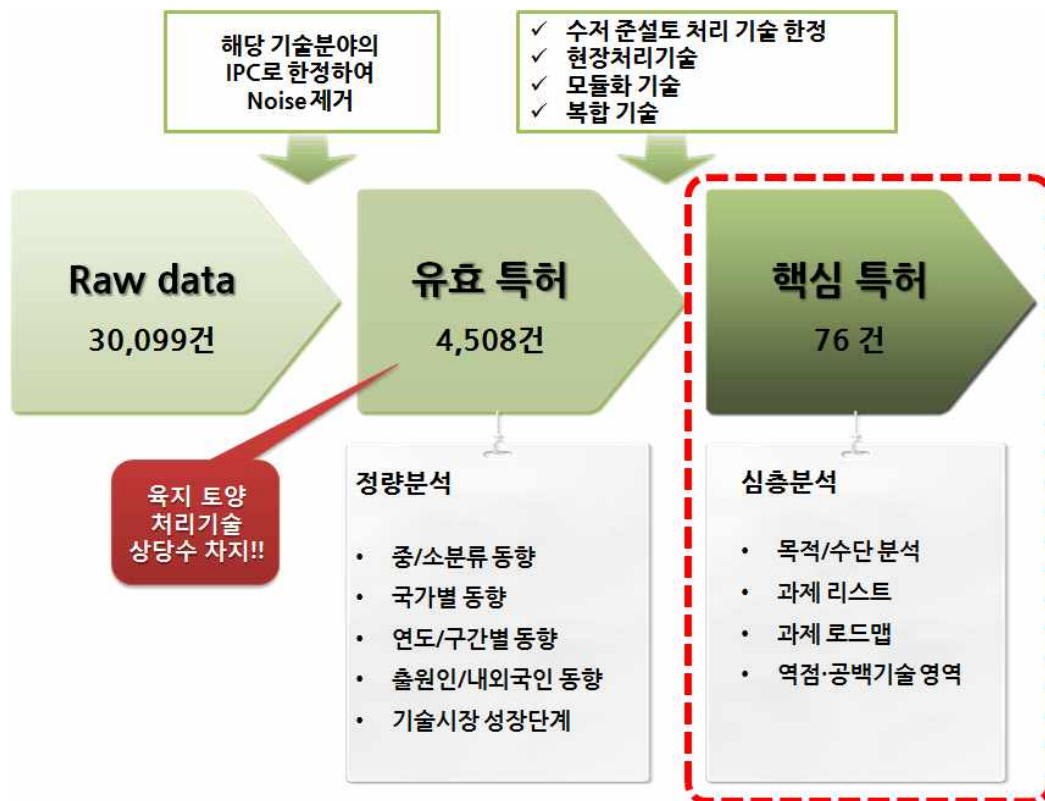


그림 2.3 핵심특허 도출

○ R&D 방향 및 특허창출 전략 도출

- 목적-수단 분석: 목적-수단 분석 Process는 선정된 핵심특허 76건에 대한 원문을 입수한 후, 각각 열람하여 상세분석을 수행하였으며, 구체적으로 상기 핵심특허의 원문에 기재되어 있는

발명의 실질적인 목적과 이러한 목적 달성을 위한 해결수단을 추출하여 각각 매칭 정리하는 방식으로 분석을 수행하였음

- 상기와 같이 정리된 목적-수단 분석 자료의 경우, 본 과제의 대상기술과 관련하여 향후 R&D를 함에 있어 맞춤형 기술정보를 신속하게 확인할 수 있고, 효율적으로 R&D에 활용할 수 있도록 함으로써 R&D 효율을 제고할 수 있음

(4) 분석 결과

① 정량분석

- 오염 준설토 정화기술과 관련하여 정량분석 결과, 전 세계적으로 1990년대 이후 이 분야에 대한 기술개발이 급격히 증가하는 추세에 있으며, 최근에는 일정 수준을 유지함
- 특히 기술 점유율이 가장 높은 일본의 경우 이 분야에 대한 특허망 구축이 2000년대 이후부터 상당부분 이루어진 것으로 판단됨
- 한국의 경우 2000년대 초반부터 최근까지 이 분야에 대한 특허 확보가 점점 증가하는 동향을 보이고 있으나, 일본을 비롯한 주요 선진국에 비해 기술 선점이 늦은 후발 주자에 해당하며, 해외 기술 의존도가 높은 상황임

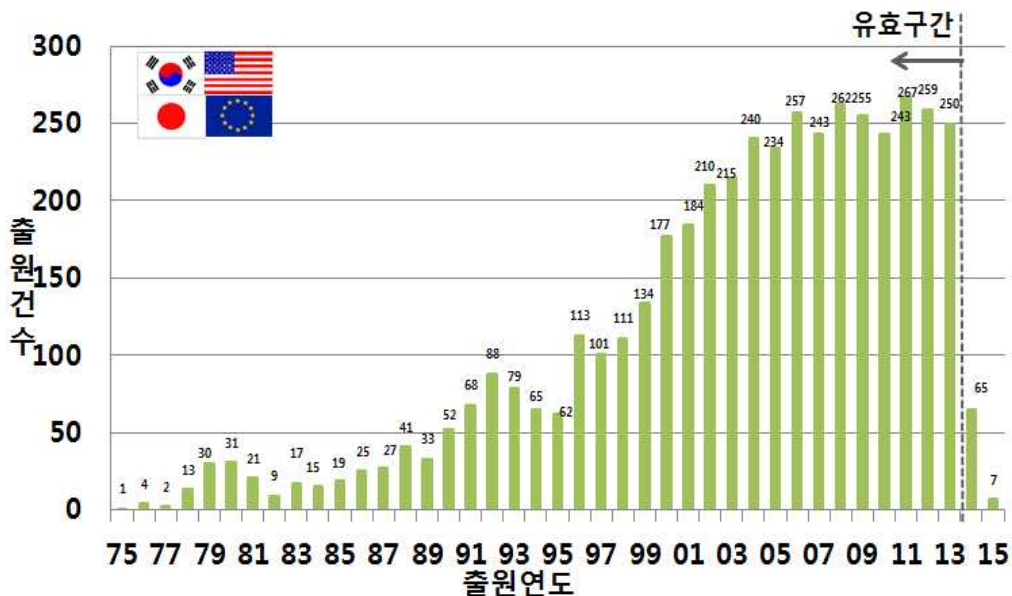


그림 2.4 주요시장국 연도별 특허동향

○ 기술시장 성장단계

: 출원건수(특허건수)와 출원인수(특허권자수)를 2차원 버블차트로 구현하여 기술개발형성 진행 단계를 판단할 수 있음. 세계적인 추세, 시장국과 우리나라의 상황을 비교해 보고 세계적인 추세와 앞서 있는 시장국을 파악하여 현재 기술개발과 기술시장에 진입하기 위한 기술적인 분석을 가능하게 함

- 세계적으로 오염 준설토 정화기술은 이미 기술의 성장기를 지나 성숙기에 있음. 이는 전체 특허출원추이를 주도하는 일본이 이미 본 기술 분야에 대한 기술성과 달성 및 특허 확보가 충분히 이루어진 것에 기인한 것으로 보임
- 국내 기술 동향은 일본, 미국, 유럽에 비해 시기적으로 다소 뒤쳐진 것으로 확인되고, 현재 출원인과 출원건수가 지속적으로 증가하는 성장기단계에 있음. 특히, 최근 5년간 한국 기업들(예: 원텍에이티에스, 에이치플러스에코 등)의 특허 확보가 두드러진 것으로 확인됨



그림 2.5 전 세계 기술시장 성장단계

② 정성분석

○ 세부기술의 구간별 동향

- 전반적으로 오염 준설토 정화기술의 핵심기술인 정화처리기술(AB)의 특허 점유율이 압도적으로 높고, 전처리 개념인 분급처리기술(AA)과 안정화기술(AC)의 경우 특허 점유율이 상대적으로 낮으며, 이러한 양상은 큰 변화 없이 전체 구간에서 공통적으로 유지되는 것으로 나타남(그림 2.6)

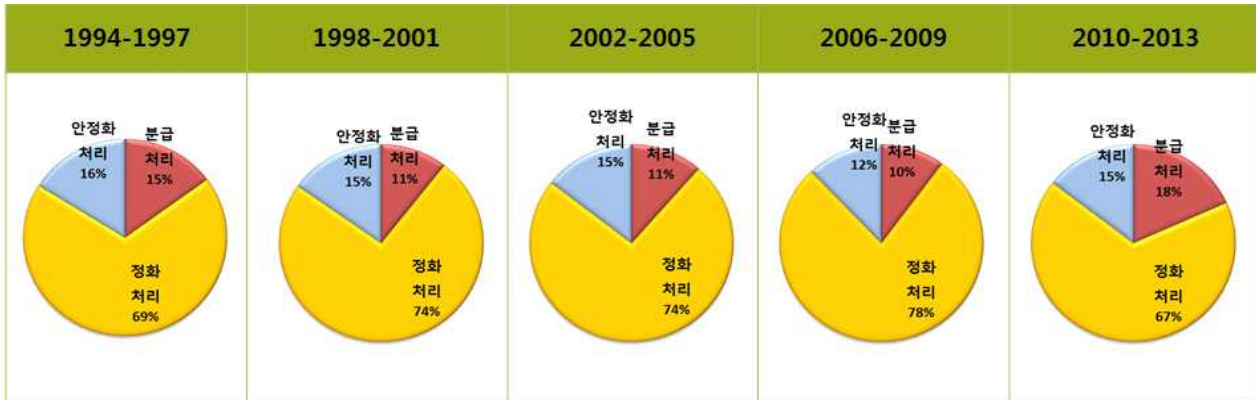


그림 2.6 세부기술의 구간별 집중도 추이

○ 시장별 세부기술의 점유율 현황

: 시장별 세부기술 동향을 통해 세부기술별 시장의 관심도와 집중도를 파악할 수 있음. 기술개발 시 target으로 해야 하는 시장 파악에 용이

- 한국, 일본, 미국, 유럽의 모든 주요국에서 정화처리기술(AB) 분야의 특허 점유율이 가장 높음
- 세부 기술 별 점유율 분석 결과, 분급처리(AA), 정화처리(AB), 안정화처리(AC)의 모든 기술분야에서 일본의 특허 점유율이 가장 높으며, 나머지 주요국들은 비슷함
- 분급처리(AA) 기술 분야에 대해서는 주요국들에서의 특허 점유율이 정화처리와 안정화 처리에 비해 낮게 보여 공백영역으로서 기술 개발 필요성을 확인함

③ 심층분석

: 오염 준설토 정화기술 관련 유효특허 중 기술 관련성 및 관심도가 높은 기술(모듈화 기술, 복합기술, 현장처리 기술)을 핵심특허로 선정하여, 선정된 핵심특허에 대해 목적/수단분석, 역점·공백영역 분석(그림 2.7)

- 핵심특허로부터 발명의 목적을 모두 추출하여 연구과제 리스트를 작성

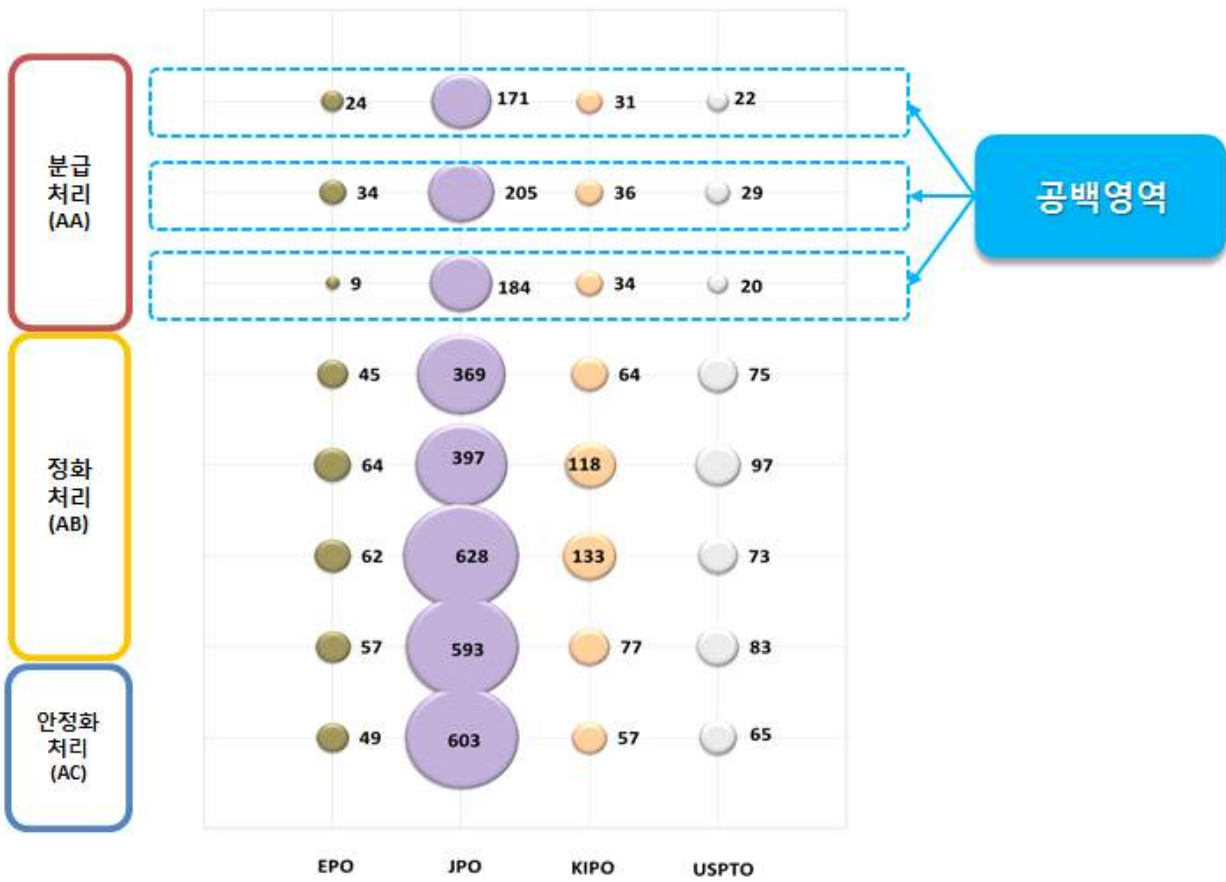


그림 2.7 시장별 세부 기술의 점유율 현황

○ 우선순위 개발 과제 평가

- 정리된 과제 리스트에 대해 [설문조사 “보고서 제 5 장 5.2 세부과제 구성 5.2.5 세부과제 우선순위 도출” 에서 확보된 기술 개발의 필요성에 대한 가중치 분석을 기반으로 하여 기술 접근성과 기술도입 시급성을 판단하고 개발 기술개발 항목의 가중치를 우선으로 하여(기술 접근성 가중치 1, 기술 도입 시급성 가중치 2) 단, 중, 장기 과제 리스트를 작성함(그림 2.8, 그림 2.9)

- 계산 값 = (기술접근성) + (기술도입 시급성 × 2)

과제 구분	세부 과제	내부적 역량	대외적 환경
		기술 접근성*	기술도입 시급성**
1종 정화	무기오염물 정화성능 향상	2	4
	방사성오염물 정화성능 향상	3	2
	유기오염물 정화성능 향상	4	2
	유류오염물 정화성능 향상	5	2
	준설토로부터 물 분리 성능 향상	4	5
	중금속 정화성능 향상	2	4
2종 정화	유기 + 무기 정화성능 향상	3	4
	유기 + 중금속 정화성능 향상	3	4
	중금속 + 유류 정화성능 향상	3	4
다종 정화	복합오염물 정화성능 향상	3	4
처리공정	처리공정 효율성 향상	3.5	5
현장처리	현장 접근성 및 처리성 향상	2	5
현지 최적화	처리설비의 모듈화	2	5
2차 오염	2차 오염방지	4	4
	준설탁과정에서 발생하는 오염방지	4	4
	준설탁 폐수 처리	2	4
	폐기슬러지량 감소	2	4

그림 2.8 연구과제에 대한 Impact 평가서

소 과제	기술 접근성	기술도입 시급성	계산값*
준설토로부터 물분리 성능 향상	4	5	14
처리공정 효율성 향상	3.5	5	13.5
2차오염방지	4	4	12
준설프로세스에서 발생하는 오염방지	4	4	12
현장 접근성 및 처리성 향상	2	5	12
처리설비의 모듈화	2	5	12
유기 + 무기 정화성능 향상	3	4	11
유기 + 중금속 정화성능 향상	3	4	11
중금속 + 유류 정화성능 향상	3	4	11
복합오염물 정화성능 향상	3	4	11
무기오염물 정화성능 향상	2	4	10
중금속 정화성능 향상	2	4	10
준설풀수 처리	2	4	10
폐기슬러지량 감소	2	4	10
유류오염물 정화성능 향상	5	2	9
유기오염물 정화성능 향상	4	2	8
방사성오염물 정화성능 향상	3	2	7



단기



중기



장기

그림 2.9 Impact 평가 결과에 대한 계산값

④ 특허동향 분석을 통한 R&D 방향 및 특허창출 전략

과제	해결 수단	분급			정화			안정화	현장처리		기타		
		입경분리	비중분리	자력분리	물리적정화	화학적정화	생물학적정화	열처리	고화안정화	선박	차량	모니터링	필터링
1종 정화	무기오염물 정화성능 향상	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○
	방사성오염물 정화성능 향상	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	유기오염물 정화성능 향상	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○
	유류오염물 정화성능 향상	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	준설토로부터 물류리 성능 향상	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	중금속 정화성능 향상	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2종 정화	유기 + 무기 정화성능 향상	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	유기 + 중금속 정화성능 향상	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	중금속 + 유류 정화성능 향상	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
다종 정화	복합오염물 정화성능 향상	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

그림 2.10 역점 공백 영역 분석(정화성능 향상 기술 분야)

- 한국의 경우, 일본과 지리적 여건이 유사한 점, 기술개발의 후발 주자인 점을 고려할 때 향후 이 분야에 대한 기술개발을 확대하여 일본과의 격차를 줄이고, 이 분야에 대한 한국만의 독자 기술 개발을 통해 해외 기술 의존도를 낮출 필요가 있음
- 오염 수처 준설토 현장 정화기술에 대한 심층 분석 결과, 국내의 준설토 환경에 최적화된 현장 정화기술 개발을 위해 처리설비의 모듈화 및 현장 처리성능 향상 관련 기술 도입이 시급하여 단기적인 R&D 과제로 부각되고 있으며, 아울러 준설토 과정 중 발생할 수 있는 2차 오염에 대비하는 기술 역시 기술개발의 단기 과제로 R&D 방향 설정 시 고려할 필요가 있음

표 2.11 역점 공백 영역 분석 결과

		역점	공백
-수단	분급기술	입경 분리, 비중 분리	자력분리
	정화기술	물리적 정화, 화학적 정화	생물학적 정화
	현장처리기술	선박 이용 기술	차량 이용 기술
	기타기술	모니터링 기술	
정화성능-과제별		- 중금속 정화성능 향상 - 복합 오염물 정화성능 향상	- 2중 정화(유기+무기, 유기+중금속, 중금속+유류) - 무기오염물 방사성 오염물 정화성능 향상
처리공정 및 현장 처리성(현장 최적화)-수단	분급기술	입경분리, 비중분리	자력분리
	정화기술	물리적 정화	열처리
	현장처리기술	선박이용기술	차량이용기술
	안정화기술	-	고화안정화기술
처리공정 및 현장 처리성(현장 최적화)-과제별		- 현장 접근성, 처리성능 향상 - 준설 폐수 처리 - 폐기 슬러지량 감소	- 처리 설비의 모듈화 - 처리공정 효율성 향상

- 복합적인 오염물 처리 및 현장 처리와 관련된 기술의 경우 분급 및 정화기술에 있어 복합(hybrid)처리기술을 적용하는 기술 사례가 많으며, 국내 수저 준설토의 오염물질의 스펙트럼이 다양한 점을 고려할 때 향후 복합(hybrid)처리기술에 대한 기술개발 및 이에 따른 IP 확보 전략이 필요함

- 특히, 중장기 과제 리스트와 역점·공백영역 매칭 분석 결과, 처리설비의 모듈화 및 처리공정 효율성 향상 기술은 국내 준설 여건 상 기술개발이 시급한 동시에 기술 공백영역인 것으로 나타나, 단기적으로 처리설비의 모듈화 및 처리공정 효율성 향상 기술에 대한 기술개발에 집중할 필요가 있으며, 연구 성과에 대한 전략적인 원천특허 확보가 필요함

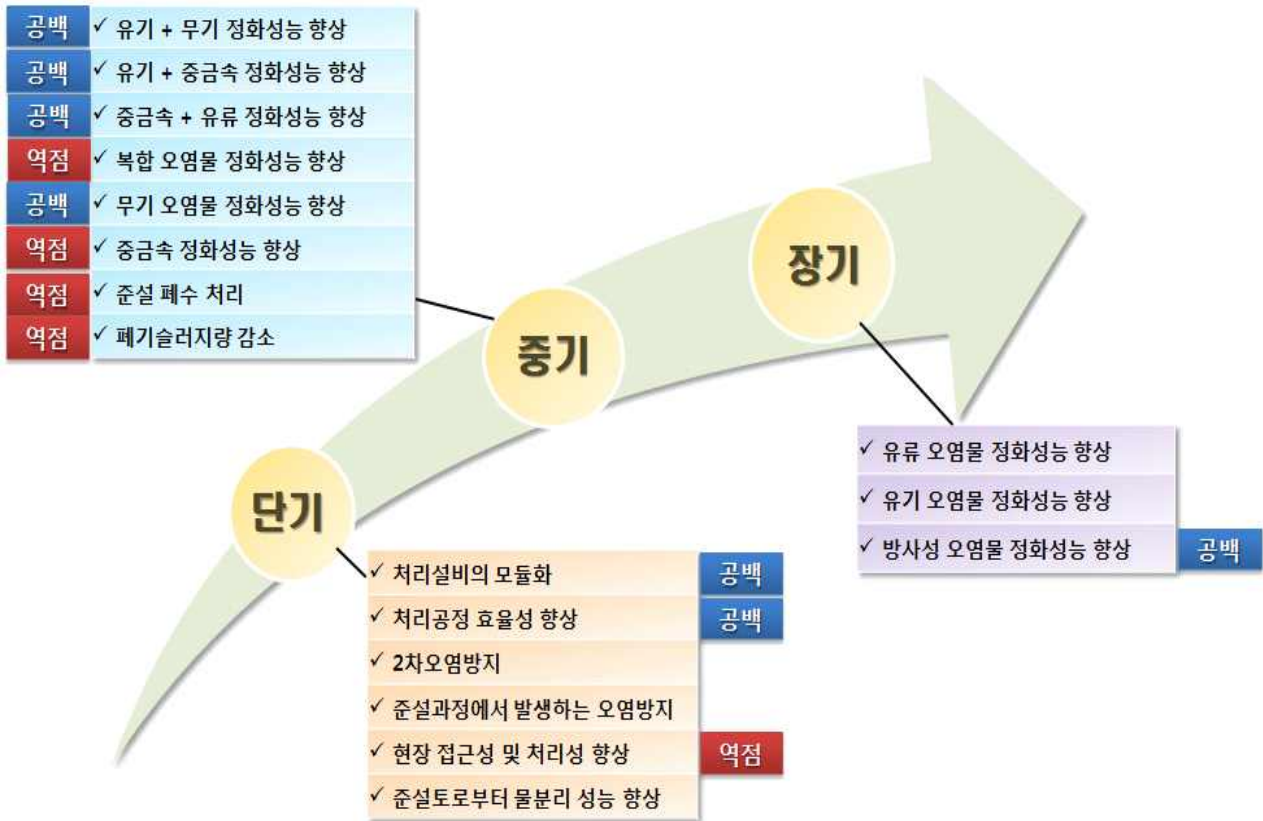


그림 2.11 과제 로드맵과 역점·공백영역 매칭 분석

2.4 정책 · 시장 · 인프라 등의 현황 분석에 기반한 SWOT분석

2.4.1 현황 분석

- 현재 준설 현장에서 적용 가능한 유효활용 목적의 정화기술은 연구, 개발된 사례가 없음
- 공학적 이용 목적의 준설로 퇴적물이 오염되지 아니하였다는 가정 하에 사업이 추진되어왔으며 환경관리가 미비하고, 준설/이송/고화 이외 관련 정화기술(처리/유효활용/처분)은 없음
- 정화기작이 유사한 해양오염퇴적물 또는 오염토양정화기술이 입자분리와 세척 등에 제한적으로 연구되어있음
- 해양오염퇴적물 조사 및 정화복원 체계 구축 ('04~' 07, 해양수산부) 조사 결과 오염우려 해역 퇴적물 조사 평가에서 27개의 해역 중 21개의 해역(77.8%)에서 오염된 퇴적물이 발견되었음(8백만 m³, 정화 비용 8천4백억 (105천 원/m³))

2.4.2 SWOT 분석

가. SWOT분석

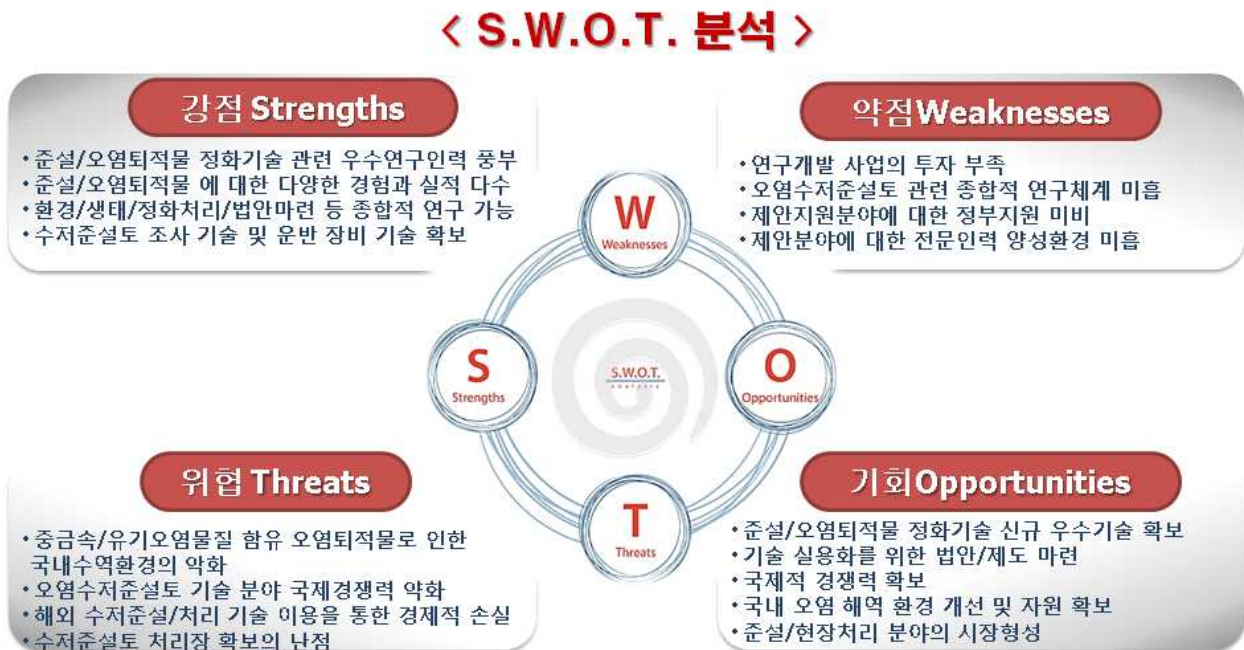


그림 2.12 SWOT 분석결과

(1) 강점(strength)

- 준설/오염퇴적물 정화기술 관련 우수연구인력 풍부
- 준설/오염퇴적물에 대한 다양한 경험과 실적 다수
- 환경/생태/정화처리/법안마련 등 정합적 연구 가능
- 수저준설토 조사 기술 및 운반 장비 기술 확보

(2) 약점(weakness)

- 연구개발 사업의 투자 부족
- 오염수저준설토 관련 종합적 연구체계 미흡
- 제안 지원 분야에 대한 정부의 지원 미비
- 제안분야에 대한 전문인력 양성 환경 미흡

(3) 기회(opportunity)

- 준설/오염퇴적물 정화기술 신규 우수기술 확보
- 기술 실용화를 위한 법안/제도 마련
- 국제적 경쟁력 확보
- 국내 오염해역 환경 개선 및 자원 확보
- 준설/현장처리 분야의 시장형성

(4) 위협(threat)

- 중금속/유기오염물질 함유 오염퇴적물로 인한 국내 수역환경의 악화
- 오염수저준설토 기술분야 국제경쟁력 약화
- 해외 수저준설/처리 기술 이용을 통한 경제적 손실
- 수저준설토 처리장 확보의 난점

나. SWOT분석을 기반으로 한 추진 전략

(1) SO전략 (강점-기회 전략)

- 준설/오염퇴적물 정화기술 관련 경험과 실적, 연구 인력을 바탕으로 하여 우수한 신규 정화기술, 국제적 경쟁력, 분야의 시장형성, 환경 개선 및 자원 확보의 기회를 확보함
- 정합적 연구 가능성을 바탕으로 국내 오염 해역의 환경 개선 및 실용화를 위한 법안/제도 마련 추진

(2) ST전략 (강점-위협 전략)

- 준설/오염퇴적물 정화기술과 관련된 경험 및 실적, 우수한 연구인력을 활용하여 국내 수역환경 개선 및 기술 분야가 가진 경쟁력을 향상하도록 함
- 기술력을 바탕으로 한 사회적 문제(수저준설토 처리장 확보 등)의 위협을 회피

(3) WO전략 (약점-기회 전략)

- 연구개발 사업의 투자를 통해 인력 양성 환경을 구축하고 신규 우수기술을 확보함으로써 관련 분야의 경쟁력을 향상시킴

(4) WT전략 (약점-위협 전략)

- 연구개발 사업의 투자 증대를 통해 수역환경의 악화, 수저준설토 처리장 확보의 난점을 해결하고 관련 기술분야의 국제적 경쟁력을 강화시킴

2.5 전문가 자문을 통한 기술개발 니즈 분석¹³⁾

2.5.1 제 1차 자문회의

(1) 개요

- 일시: 2015년 11월 3일(화) 오후2시~6시
- 장소: 프레지던트 호텔(서울 시청 앞, 18층 산호실)
- 관련분야 전문가 총 25명 참석(한양대학교, 상명대학교, 서울여자대학교, 경북대학교, (주)해강, 특허법인 태웅 등)



그림 2.13 제 1차 전문가 자문회의

(2) 주요 내용

▪ 정화기술 개발 시 오염준설토의 성상 파악의 중요성

- 각 사이트별로 오염특성이 다름을 추적하고 성상에 따라 달리 적용 가능한 현장정화 기술개발이 이루어져야 함
- 현장 처리 기법을 개발하는데 있어서 중금속의 경우 이온의 존재 형태나 종류별로 제거 효율과 비용 측면을 세세하게 고려해야 함
- 오염원 파악이나 모니터링을 통해 오염원 추적기법을 추가해 수저준설토 뿐만 아니라 전국의 연안과 세계적으로 다양한 지역에 적용 할 수 있으면 우리나라 환경정책을 널리 알리는데 기여 할 수 있음
- 해양환경이나 환경영향 평가 입장에서 생각했을 때 현장처리 공정 중 수처리는 어떻게 할

13) 1차, 2차, 3차 자문회의 회의록 별도 첨부

것이며, 다른 기술과 견주어 봤을 때 얼마나 경쟁력이 있을 것인가.

▪ **환경영향 평가**

- 실제 해양에서 어떤 사업이든 생태평가를 하게 되어있음. 과제 수행 시 환경영향평가의 범위를 고려해야할 것으로 보임

▪ **고형/안정화 기법의 활용**

- 중금속의 경우 오염의 농도가 높거나 세척기반의 현장처리가 불가능 한 경우 고형화/ 안정화 기법이 필요함
- 전 함량법이 적용되면 고형화/안정화는 무의미한 것 이므로 이런 부분에서도 법적인 제도가 마련이 되어야 함

▪ **정화공정의 모듈화**

- 각 요소기술들은 기존의 기술과 별다른 차별성은 없으나 모듈화에 적합한 요소기술, 즉 더 compact해지면서 효율은 뒤지지 않는 쪽으로 나아간다면 사업의 기대 효과가 클 것으로 예상됨
- 모듈화 기술의 실증이 가지는 기술적□경제적□환경영향적인 부분을 고려해야 함

▪ **경제성 평가의 필요성**

- 기획 과제의 내용이 사회적으로 사업성, 경제성이 있는 사업인지에 대한 평가가 기술개발과 함께 진행되어야 함
- 실증실험, 현지 적용 기술 등 다각화된 기술개발 과정에서의 소요되는 비용적인 효율성이 검토되어야 함

▪ **유효활용**

- 준설토가 오염물질이라는 인식 때문에 수요가 떨어짐. 유효활용 목적으로 재생했지만 수요 부족으로 다시 해양 투기가 된 사례가 있음
- 기준 자체가 유효활용을 저해 할 우려가 있으므로 감안해야 함
- 유효활용 기준 설정 시 재료에 기준을 맞출 것인지, 최종 생산품에 기준을 맞출 것인지에 대한 구분을 명확히 할 수 있어야 함

▪ **법·제도 개선의 필요성**

- 기술개발을 뒷받침할 제도가 요구됨

□ 폐기물관리법 13조 2 (유효활용 기준)

□ 옥상퇴적물이나 오염토양을 폐기물로 취급할지 일반 토양으로 취급할지 이전 판례에서도 의견이 나뉨. 해양퇴적물과 수저준설토 또한 폐기물로 분류할 것 인지 기준이 제시되어야 할 필요성이 있음

2.5.2 제 2차 자문회의

(1) 개요

- 일시: 2016년 1월 30일(금) 오후 2시~6시30분

- 장소: 프레지던트 호텔(서울 시청 앞, 19층 아이비룸)

- 정책, 법률, 대학, 과학 및 산업계 전문가, 언론계 총 42명(경북대학교, 서울여자대학교, 해양수산부, KOEM, 부산대학교, 상명대학교, 해강기술, 한양대학교, 상명대학교, 해양환경연구소, 매일경제, KIMST등)



그림 2.14 제 2차 전문가 자문회의

(2) 주요 내용

- 용어에 대한 선정: 불필요한 논쟁을 피하기 위한 각 분야별 용어의 선택 및 수정
- Test Bed 개념을 가진 3차년 내의 뚜렷한 성과의 필요, 이를 바탕으로 모든 세부분야가 취합되어 과제 목표에 부합하는 성과(성능, 효율성 등) 확인할 수 있는 추진 체계가 필요
- 횡적인 세부과제의 나열 후 종적인 시간 목표를 나타내어 구체화할 필요
- 준설토를 1차적으로 환경개선사업에 활용코자 하는 정부 추진계획을 염두에 두어 기획해야함

▪ 제도개선

1. 공학과 환경사이의 극간을 줄이기 위한 접근이 필요
2. 대상 준설토의 범위나 유형에 대한 정리가 필요 (오염 준설토의 비율)
3. 준설토질에 대한 오염기준, 준설토질 활용 기준에 대한 기준 마련 필요
4. 검토기준에 화학적, 생물학적인 견해의 복합적인 해석이 보완될 필요가 있음

▪ 정화처리

1. '기작, 정화, 복원, 처리' 등 용어에 대한 재고
2. 실증실험에 대한 검토가 구체화 되어야함

▪ 유효활용

1. 활용의 목적과 처리 방법 중 무엇을 우선으로 할지 고려해야함 (현재 제품생산기술이 1차 년도에 나온 것에 대해)
2. 미질, 사질에 대한 활용성을 높일 수 있어야 함

▪ 법, 제도 관련

1. 개념 정리가 최우선(유효활용이란 단어의 모호함)
2. 재생센터는 준설토를 폐기물로 보고 재활용 한다는 개념이 바탕이 되어있다고 보임

▪ 경제평가

1. 경제성 평가에 있어서의 구체적인 요청 사항(조건)이 제시되어야함
2. 운반 및 정화 처리에 있어 현실적인 단가를 고려한 경제성 평가 필요

▪ 위해성 평가

1. 지역사회, 자연산업에 대한 설득을 위한 공정에 대한 인체 위해성 평가 필요

2.5.3 제 3차 자문회의

(1) 개요

- 일시: 2016년 2월 15일(월) 오후2시~6시
- 장소: 한국해양과학기술원 내 회의실
- 관련분야 전문가 총 8 명 참석 (한양대학교, 상명대학교 등)

(2) 주요 내용

- 기획 세부 과제의 진행에 대한 수행 가능성 토의 및 추진 체계 구축
- 세부 연구 내용에 대한 용어 정리 및 목표 설정
- 세부 연구 내용 별 연계 분석을 통한 TRM 작성

▪ 국내외 수저 준설토 프로파일 구축 및 정확기준 연구 분야

- 입도에 따라 오염의 정도가 다르다면 입도에 따른 오염 기준이 별도로 제시 되어야 하며 새로운 기준을 제시하는 것인지 기존의 기준을 보완하는 것인지 확실히 기준을 가지고 진행해야함
- 기존의 방법을 활용하더라도 별도의 스크리닝 기법은 반드시 필요할 것으로 생각됨
- 유효활용을 했을 때 이익을 고려해 정확를 할 것인지 아닌지, 또는 유효활용을 할 것인지 여부를 판단하기 위한 고시 지침이 필요할 듯

▪ 재생기술 분야

- 제품생산이 핵심이 되는 것은 아니기에 이에 대한 정확한 목표 제시가 필요함
- 정확기법과 연계될 수 있도록 입도에 따라 쓸모 있는 제품들이 만들어질 수 있는지에 대한 연구가 수행되어야 함

▪ 기술개발로드맵

- 기술개발과 실증을 목표로 3+2년 구조로 추진
- 세부 분야 내용에 대한 확정(기준마련, 정확, 재생, 공통분야)
- 공통분야를 각 분야에 흡수시켜서 공동연구가 진행토록 함
- 현황파악의 목표 중 하나를 프로파일 구축으로 하며 기존자료 뿐만 아니라 새로 발생하는 자료에 대해서 분석이 진행되도록 해야 함
- 정확 기법 개발의 목표는 모듈 완성
- 프로파일 구축 이후에 오염물질에 대한 동시분석 기법이 진행되어야 함. 동시 다분석이 중

요한 것은 유효활용을 위한 기준 제시와 연관 지을 수 있음

- 경제성 평가는 유효활용의 기준 뿐만 아니라 정화처리기술개발, 재생기술개발에 모두 포함되어야 함
- 생물 영향 등에 대한 내용을 “기준” 이라는 용어에 포함시킬 수 있을 것으로 생각됨. 화학, 물리, 생물학적 내용이 모두 고려되어야 기준마련이 가능하기 때문에 분리시키지 않고 진행되어야 함. 각각의 기준은 1-3차 년도에 진행될 수 있으며, 정화기준 마련과 관련해서는 모든 분야의 융합된 결과가 4-5차 년도에 나올 수 있지 않을까
- 준설토에 대해 분석 기법을 시작으로 하여 그 방법을 활용해 정화 기준 및 유효활용 기준을 제시하여 정화기술 개발과 연계되도록 해야 함. 유효활용은 별도로 진행되면서 정화 기술 개발과 이후 연결되도록 추진전략을 짜는 것이 좋을 것으로 생각됨

2.6 연구개발의 타당성 종합분석 결과

2.6.1 정책적 타당성

- 제도 정비의 필요성 대두
- 국제사회 녹색산업 성장에 대응되는 기술
- 수저준설토 자원화 기반 구축을 통한 해양 부가가치 증대의 필요성
- 상위계획과 부합하고 사업추진의지가 형성되어있음

2.6.2 기술적 타당성

- 오염수저준설토의 오염물질에 대한 이해를 바탕으로 한 정화기술의 요구
- 제도개선을 위한 환경 생태학적 평가가 연구개발 수행의 필요성 증대
- 유효활용을 위한 처리기술의 개발 사례 전무
- 국외 기술에의 의존성
- 유효활용을 위한 효과적인 정화처리 및 재생기술이 요구됨

2.6.3 경제적 타당성

- 기술개발에 따른 경제적 이익 발생
 - 정화사업 시 정화 단가 절감(정화복원 대상 물량 약 800만 m³로 추정, 정화단가 105천원에서 10% 절감 시 840억 원 이익 발생)
 - 매립량 감소를 통한 편익 발생(현재 연 준설발생량의 30~50%의 매립 양 감소 시 78~195억 원 이익 발생)
 - 정화 후 재료(모래 등) 판매를 통한 편익(520~1560억 원 예상)
- 현장 정화사업의 활성화를 통한 정화사업 추진 시기의 단축 및 경제적 예산 소요 감축
- 국가 정책적 요구에 의한 준설 시행 해역의 확대

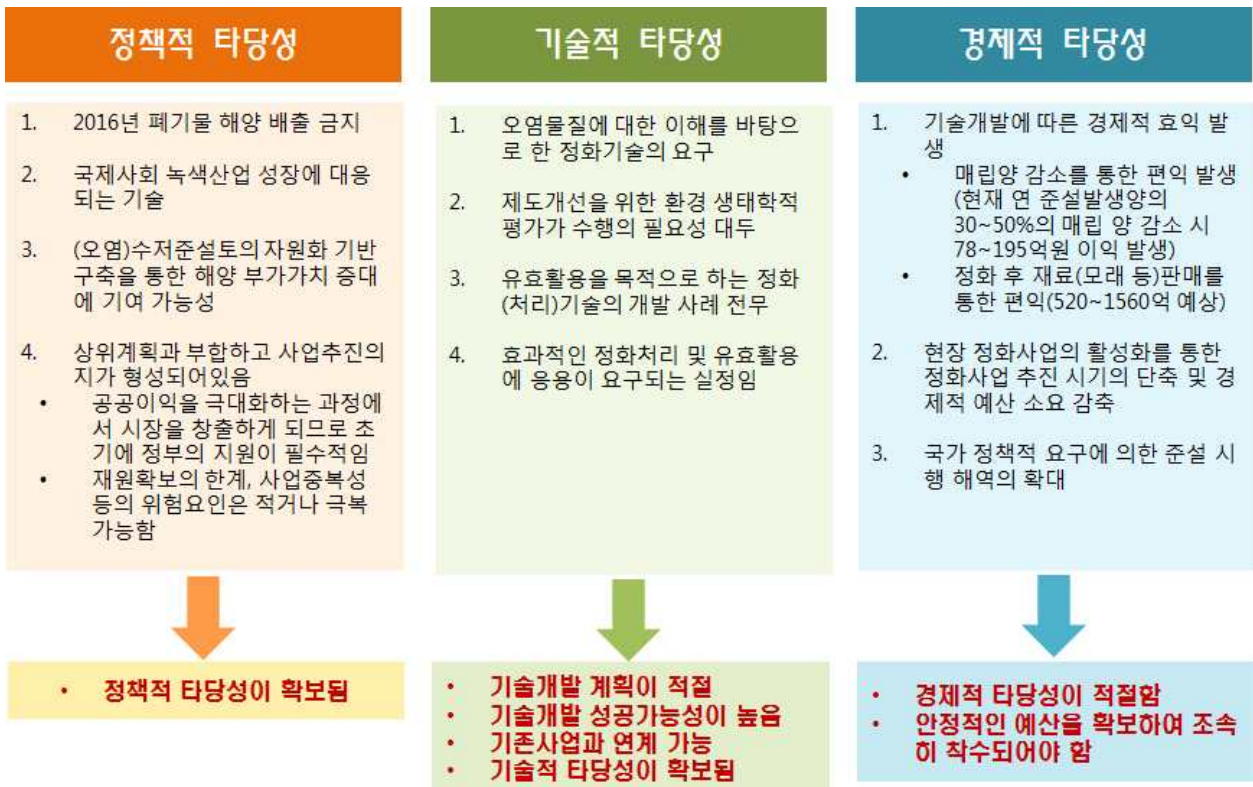


그림 2.15 연구개발의 정책적 · 기술적 · 경제적 타당성

제 3장 기술개발의 비전 및 목표

3.1 기술개발 비전

○ 수저준설토 유효활용을 위한 정화기술 개발 사업의 비전

“환경을 고려한 경제적이고 효과적인 준설사업 정화 기반 구축”

- 수환경의 퇴적물 오염을 완벽하게 막는 것은 불가능하며, 항만 개발 등 다양한 요구에 따른 준설 역시 불가피 하다. 따라서 준설로 인해 발생하는 수저준설토의 유효활용과 관련하여 최적화된 정화기술을 개발함으로써 준설토의 처리로 인한 경제적 손실과 준설토 투기장 조성에 따른 갈등 해소 등 사회적 문제를 최소화 하고 해양환경에 영향을 최소화 하는 수준으로의 정화 기준을 제시하며 이를 유효 활용할 수 있는 수저준설토의 재생(자원화) 기반 구축이 중요함



3.2 최종 기술개발의 목표 및 범위

3.2.1 최종 기술개발목표

- 수저준설토를 유효활용 할 수 있도록 정화기술을 개발하고 재생 기반을 구축

3.2.2 중점 기술개발 범위

가. 기술개발의 방향

- 현재 우리나라에서 준설사업에서 발생하는 준설물질은 “오염되지 않았다”고 간주하기 때문에 수저준설토를 유효활용하기 위한 정화기술은 개발된 사례가 없음
- “정화(Remediation)”란 “치유”, “개선”의 의미를 가지는 단어로서 “처리(Treatment)”를 포함하는 상위 개념임
- 처리는 한 가지 이상의 단위 공정(Unit process)을 적용 하는 것을 의미함. 즉, 준설 직후 현장에서 준설물질의 탈수를 위하여 사용하는 단순 “침강” 또는 “응집·침전”도 처리 중 하나임. 그러므로 오염도를 저감하기 위한 처리뿐만 아니라 단순 탈수 또는 입경별 분리 등 모든 처리는 정화에 포함됨
- 미국, 유럽, 일본 등 선진국에서 해양오염퇴적물 또는 오염토양 정화를 위하여 주로 사용되는 방법은 ①입자분리(Particle separation), ②화학적 처리(Chemical treatment), ③생물학적 처리(Biological treatment), ④추출(Extraction)/세척(Washing), ⑤고화(Solidification)/안정화(Stabilization) 그리고 ⑥열처리(Thermal destruction/desorption)의 6가지 처리기술임^{14), 15), 16), 17)}
- 해양오염퇴적물 정화사업에서는 오염물질의 정화 기작(Mechanism)이 유사한 토양 오염 정화기술을 일부 보완하여 적용을 시도하고 있으며, 현재까지 검증되었거나 신뢰성 있는 정화기술은 극히 제한적임^{18), 19)}

14) 해양오염퇴적물 정화복원사업 추진을 위한 실무 지침서, 국토해양부(현 해양수산부), 2010.10.(연구기관: 한국해양과학기술원)

15) Determining recovery potential of dredged material for beneficial use, U.S. Army Engineer Research and Development Center, 2000.

16) Soil washing for metal removal: A review of physical/chemical technologies and field applications, G. Dermont, et al, Journal of Hazardous Materials 152, pp1-31, 2008.

17) An evaluation of technologies for the heavy metal remediation of dredged sediments, Journal of Hazardous Materials, 85(1-2), 145~163, 2001.

18) Feasibility of present soil remediation technologies in KOREA for the control of contaminated marine sediment: heavy metals, K. Kim et al., Journal of Korean Society of Environmental Engineers, 1069-1079, 2010.

19) Treatability of heavy metals in washing technology of marine sediments contaminated with organic matter, K. Kim et al., Journal of Korean Society of Environmental Engineers, 36(120), 851-857, 2014.

- 현재 우리나라에서는 해양오염퇴적물/토양 정화를 위하여 상용 정화기술 중 “입자분리” 또는 “세척” 처리기술을 주로 사용하고 있음^{18),19)}
- 이상 기술 현황 검토 결과 수저준설토 유효활용을 위해서 시급히 필요한 기술은 수저준설토에 함유된 조립질 입자를 분리하는 처리기술과 일부 미세입자에 포함된 중금속, 잔류성유기오염물질 등 오염물질을 처리기술을 포함한 ①정화기술과 단순 정화 이외 1차 이상의 가공을 통하여 보다 품질을 높이는 ②재생기술로 구분됨

(1) 정화기술

- 현재 우리나라에서 가장 보편적으로 사용되는 입자분리 및 세척 처리기술을 기초로 이를 보완하거나, 통합하는 새로운 처리기술을 연구, 개발하는 것이 적합할 것으로 판단됨
- 특히 준설사업의 준설물질(약 5,000 m³/h)은 해양오염퇴적물 수거(약 500 m³/h)에 비하여 대량으로 발생되므로, 준설 현장 또는 인접 수역에서 이를 처리하기 위해서는 해양오염퇴적물에 특화된 처리기술을 적용할 수 없음
- 준설사업 현장에서 필요한 처리기술은 기존 육상 오염토양 정화 또는 준설사업 현장에서 사용되는 수력 사이클론 등 입자분리 기술을 기초로, 이를 모듈화하고 실시간, 대용량으로 발생하는 준설물질을 짧은 시간동안 보다 가치를 높일 수 있는 입경 범위로 분리시킬 수 있는 입자분리(예: 다단, 수력 사이클론) 기술 개발이 필요함

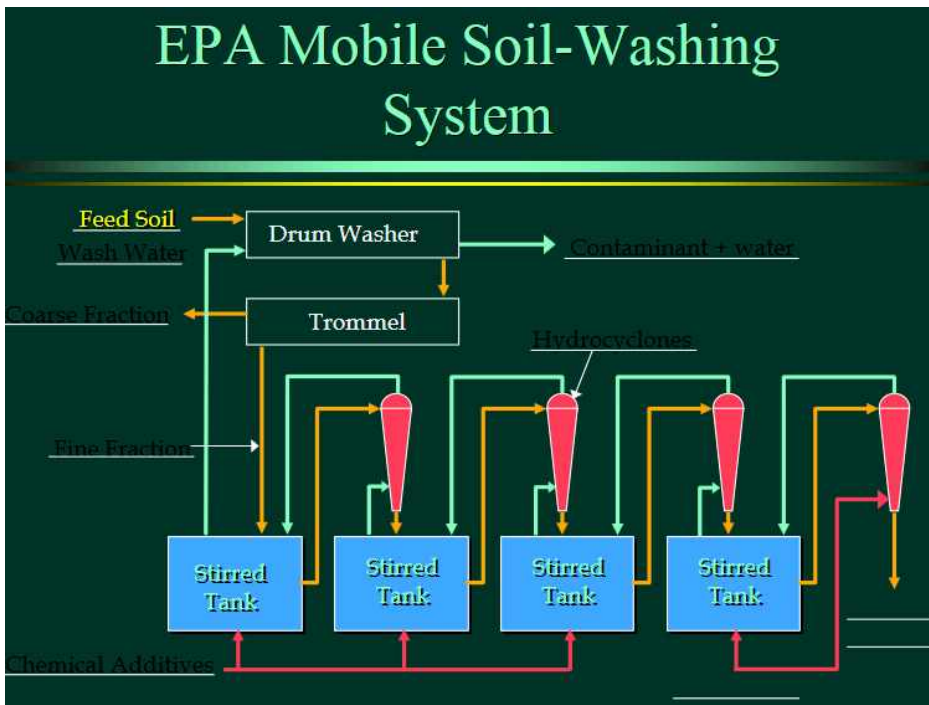


그림 3.1 EPA에서 제시하는 이동성 토양 정화 시스템 내 수력 사이클론의 예 (Griffiths, 1995)

- 현재 우리나라의 관련 분야 기술 중 중금속, 잔류성유기오염물질을 정화하는 기술은 개발된 사례가 없으며, 수저준설토 중 일부 오염된 퇴적물은 중금속, 잔류성유기오염물질을 포함하고 있으므로 이를 처리할 수 있는 기술 개발이 필요함
- 오염물질의 정화 기작이 유사한 육상 오염토양 정화사업에서 중금속 처리는 일반적으로 pH를 1~2로 조정하여 다음 킬레이트 화합물인 에틸렌다이아민테트라아세트산 (Ethylenediaminetetraacetic acid, EDTA) 등 첨가제를 사용하여 퇴적물 입자에 결합한 중금속을 용출시켜서 제거하는 방법을 주로 사용하고 있음

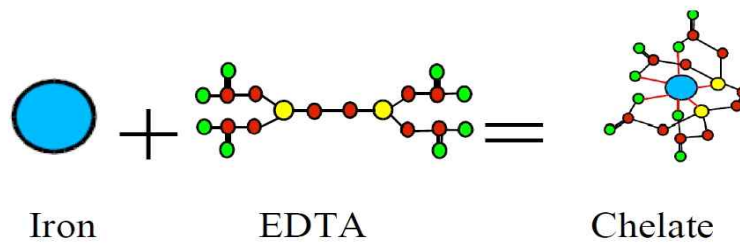


그림 3.2 EDTA를 이용한 chelate반응의 예 (철, Fe)

- 그러나 해역에서 이 방법을 그대로 사용할 경우, 중금속 처리 후 별도로 발생폐액에 대하여 중화, 화학적 침전, pH 조정 등 처리 공정이 복잡하며, 처리수를 해역으로 배출할 경우 해양생물을 포함하여 해양환경에 영향을 줄 수 있으므로 세심한 주의가 필요함. 또한 발생 폐액이 증가할수록 수 처리에 소요되는 공간이 상대적으로 증가하므로 한정된 해역에서 적용하기가 매우 곤란함
- 중금속 처리기술 개발을 위해서는 사용 첨가제는 처리 전, 후에 해양환경에 영향과 처리기술 공정에서 폐액 발생량이 최소가 되어야 함
- 그러므로 앞으로 개발이 필요한 정화기술은 정화 전, 후 해양환경에 영향을 최소화 할 수 있어야 하며,
 - ① 기존 pH 조정에 주로 사용되는 유기산을 대체할 수 있는 제제(예: 천연 추출 물질 등) 개발 및 처리기술
 - ② 퇴적물 입자에 결합된 중금속 등 오염물질과 반응하는 속도가 차이나는 몇 종류의 화학물질을 적합한 비율로 첨가하는 몇 단계의 동시 처리기술
 - ③ 첨가제를 사용한 화학적 처리와 동시에 초음파, 초미세기포 등 순간적으로 높은 에너지를 가할 수 있는 고도 처리기술
 - ④ 화학적 처리를 수반한 물리적인 충돌 등 물리·화학적 처리기술 개발이 필요함

(2) 재생기반 기술

- 단순 정화 후 다양한 목적으로 유효활용하기 위한 관련 환경기준을 충족시킬 수 있음. 그러나 단순 정화의 경우 처리 산물에 불과하므로 비록 환경기준은 충족하더라도 그대로 사용하기에는 제

한이 많으므로 보다 가치를 높임과 동시에 환경영향을 최소화하는 부가 처리 공정이 필요함.

- 그 동안 고화, 안정화는 우리나라뿐만 아니라 선진국에서도 수많은 연구가 이루어졌기 때문에 새로운 연구를 시작하고, 기술을 개발할 경우, 기존 기술 특허와 중복을 회피하면서, 원천기술을 개발하여 실용화하기 위해서는

- ① 단계별 고화를 통한 새로운 가치 창출 기술
- ② 고화를 통한 제품(예: 인공어초, 테트라포드 등) 생산을 위한 기반 기술
- ③ 고화를 통한 가치 창출과 동시에 환경 부하를 경감하는 기술 등의 개발이 필요함.

3.3 연구개발 추진 전략

3.3.1 연구단계 설정

	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년
단계	기술개발			기술실증	
세부내용	<ul style="list-style-type: none"> 기술개발 기반 마련 법령 검토 및 고시안 관련기술 프로파일 구축 대상 관련 분석 기법 및 기준 마련 핵심 기술 개발 기술간 연계 개발 기술의 경제성 평가 			<ul style="list-style-type: none"> 개발한 기술에 대한 최적화 개발한 기술에 대한 실증 시험생산 및 상용화 추진 	

3.3.2 기술개발 추진전략

- 단계별 연구개발 수행을 통해 수저준설토 정화기술 및 재생기술을 개발하여 유효활용이 가능한 기반을 구축하고 체계를 완성하도록 함

- 1단계(2017-2019) : 우선적으로 확보가 필요한 기술 개발을 통해서 제도적 기반을 구축하며 필요 기술에 대한 개발
- 2단계(2020-2021) : 기술을 점진적으로 고도화하여 선진국 수준에 근접하는 기술수준을 확보토록 하며 해당 기술들을 종합함으로써 수저준설토 유효활용 기반 구축

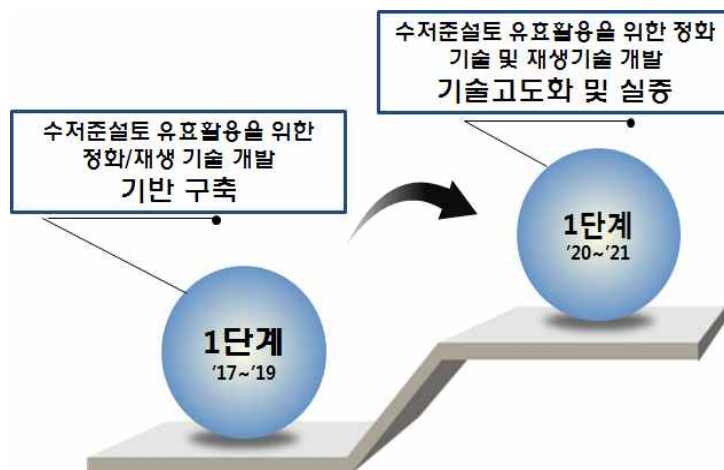


그림 3.3 기술 개발 추진 전략

제 4장 연구과제 구성계획

4.1 세부과제 구성 체계

○ 연구의 최종 목표

준설사업 추진 과정에서 사회적, 경제적, 환경적 마찰을 해소하기 위하여 수저준설토 **유효활용**을 목적으로 한 **정화기술을 개발**하고 **재생기반(유효활용) 기반 조성 연구**를 통한 **상용화 추진**

상기 최종 목표 달성을 위해 다음 분야를 연구 내용으로 설정함

분야 1 기술개발을 위한 법·제도 개선(안) 및 관련환경기준(안) 개발

1. 수저준설토 유효활용 관련 법제도 개선(안) (법/령/규칙/고시 포함) 개발
2. 수저준설토 오염물질 프로파일 구축 및 정화대상 물질 선정
3. 수저준설토 중금속·잔류성유기오염물질 표준 평가방법 개발(고시안)
4. 수저준설토 생태계 영향 평가기법 및 지침서 개발(고시안)
5. 정화처리 기준 설정 지침서 개발(고시안)
6. 정화처리 의사결정 도구 개발(고시안)
7. 유효활용을 위한 의사결정 도구 개발(고시안)
8. 유효활용을 위한 수저준설토 환경 관리 세부 지침 개발(고시안)

분야 2 유효활용을 위한 정화기술 개발

1. 정화 기작(Mechanism) 및 정화 처리기술 모듈화 공정 개발
2. 중금속 및 잔류성유기오염물질(POPs) 정화공정 개발 및 최적화
3. 정화처리 기술 공정 설계(설계변수 도출/개념/상세/모듈화/상용규모)
4. 최적 정화 공법 선정 의사결정 도구 개발
5. 정화공정 성능 평가 방안 개발
6. 정화기술의 경제성 평가
7. 정화 처리 전후 환경영향평가 방안 개발

분야 3 유효활용 재생기술 개발

1. 재생기술 공정 개발 및 설계
2. 유효활용 소재 개발
3. 정화산물의 입도에 따른 소재 선정에 대한 기준 제시
4. 재생기술 성능평가 및 최적화
5. 유효활용을 위한 재생 기술 선정 의사결정 도구 개발
6. 유효활용 소재의 제품 생산 기술 개발
7. 유효활용 소재의 실용화 방안 구축
8. 유효활용 제품 규격 및 물성 평가 기법 개발
9. 재생기술의 환경성 평가 기법 개발
10. 재생기술의 경제성 평가

4.1.1 기술구성체계 도출

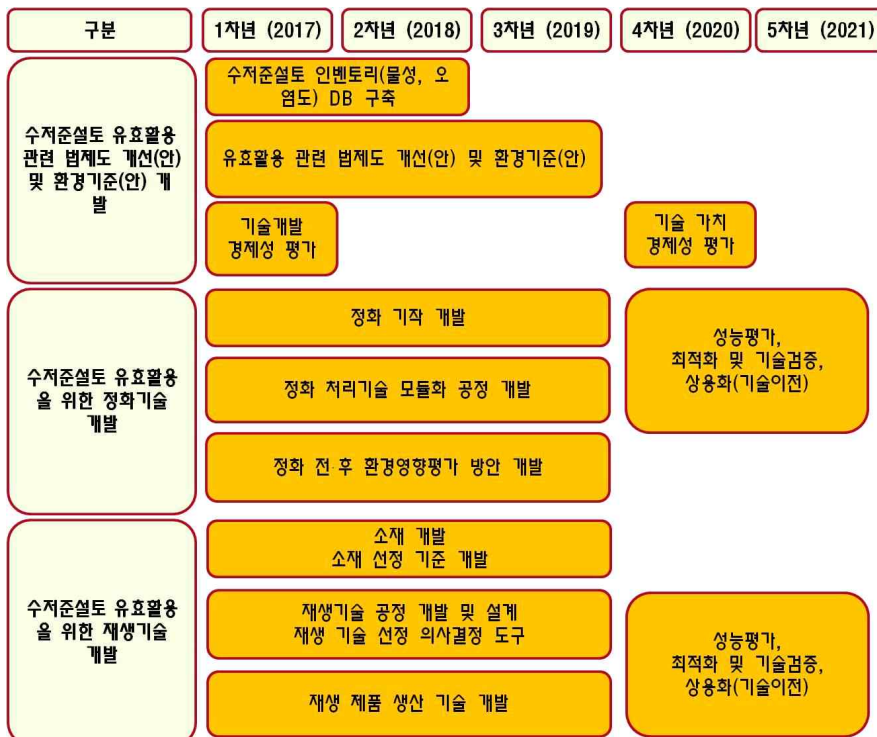


그림 4.1 기획과제의 기술구성체계

4.2 세부과제 간 연계

4.2.1 세부과제 간 연계

- 각 세부 과제는 최종 목표의 달성을 위해 주제를 설정하여 작성함

- 기술개발을 위한 제도적 검토 및 기준 마련을 위한 기술개발의 연계
 - 준설물질에 대한 오염 현황 분석 및 신속한 결정을 위한 표준분석기법 개발
 - 환경 및 생태계 영향 파악을 위한 진단 기법

- 수저준설토 정화 기술
 - 오염 성상 연구를 기초로 최적화 정화 기법 수립
 - 오염 현황 분석 및 환경·생태계 영향 파악 진단 기법을 이용한 정화 대상 및 기준 선정

- 유효활용 재생 기술
 - 제시된 정화기준을 바탕으로 한 재생소재 연구
 - 환경·생태계 영향 파악 진단 기법을 활용한 재생 기술의 안전성 평가

4.2.2 기술개발 로드맵(Technology Road Map, TRM)

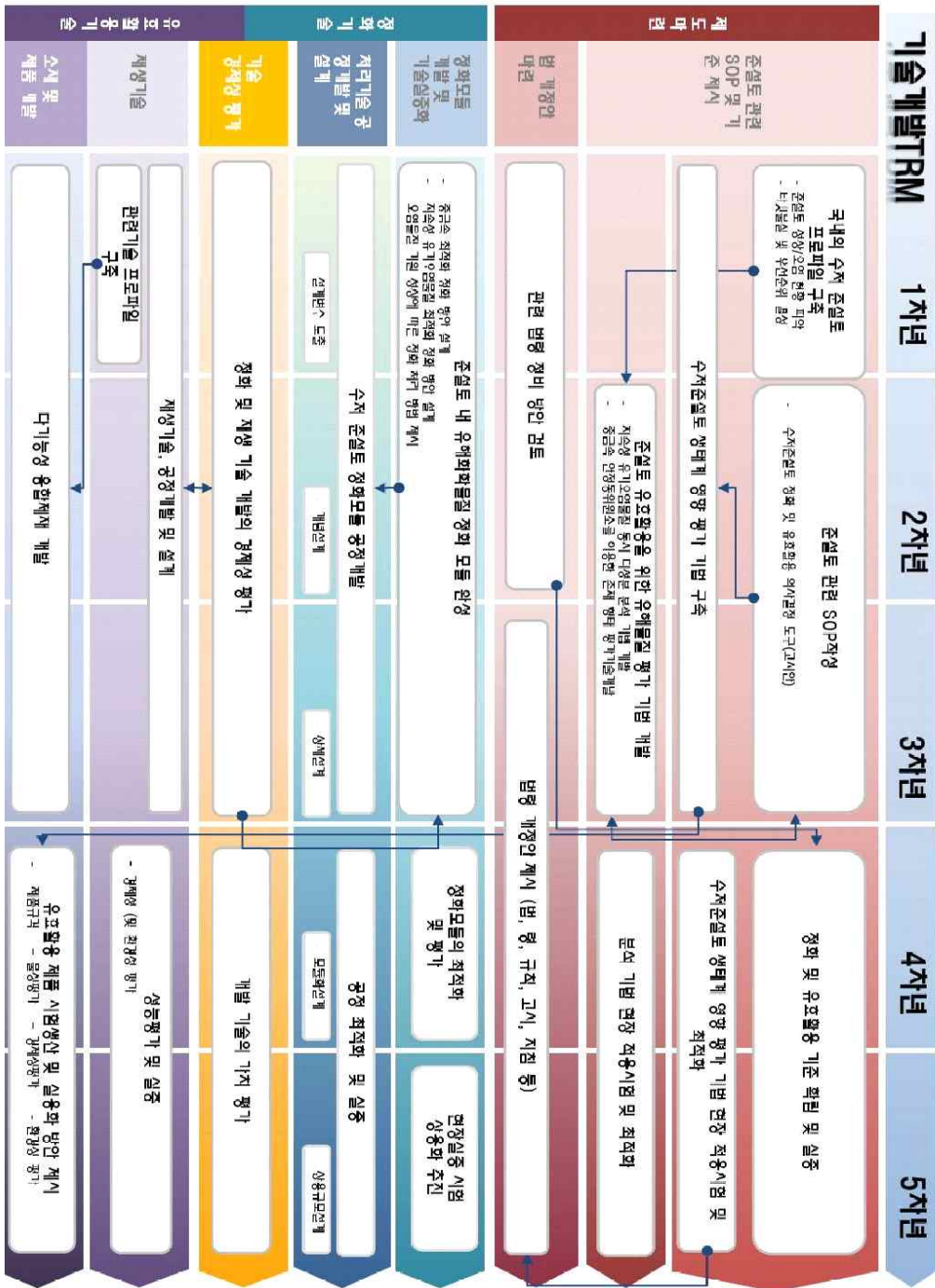


그림 4.2 기획연구의 기술개발 로드맵(Technology Road Map, TRM)

제 5장 세부과제 추진전략

5.1 세부과제별 최종 목표

1. 기술개발을 위한 제도적 검토 및 기준 마련

수저준설토의 정화 기준 및 유효활용 제도 개선을 통한 준설 및 정화사업의 활성화 및 수저 준설토의 자원화 추진

- 국내외 수저준설토 프로파일 구축
- 수저준설토 유효활용을 위한 유해물질(중금속, 잔류성유기오염물질) 평가 기법 개발
- 수저준설토 생태계 영향 평가 기법 구축
- 유효활용을 위한 수저준설토 평가 표준지침(안) 마련 및 정화 타깃 물질 우선순위 결정
- 수저준설토 정화 및 유효활용 의사결정기법(고시안)

2. 유효활용을 위한 정화기술 개발

준설사업 과정에서 사회적, 경제적 마찰을 해소하기 위하여 수저준설토 유효활용을 목적으로 한 정화기작 및 모듈을 개발하여 상용화 추진

- 정화 모듈 공정 개발 및 모듈의 최적화 평가
- 정화 기술의 경제성 평가
- 정화 기술의 환경 영향 평가

3. 유효활용 재생기술 개발

수저준설토의 자원화를 통한 해양배출량을 저감시키기 위한 수저준설토 재생기술·소재 개발 및 상용화 추진

- 준설토 재생기술 개발
- 소재 및 제품 개발
- 재생기술 경제성 평가
- 재생기술 및 소재의 환경성 평가

5.2 세부과제 구성

5.2.1 세부과제별 연구개발 후보 과제 도출

가. 후보 과제 도출

(1) 과제 후보 도출

- 2015년 12월 10일~1월 15일에 걸쳐 관련 전문가(연구, 교육 및 실무)에게 기술개발 필요성 및 개요를 설명한 다음 각 전문가로부터 기술개발이 필요한 과제별 제안서를 받음
- 3세부 과제, 11개(1세부 4개, 2세부 4개, 3세부 3개)의 연구개발 후보과제를 도출함

(2) 결과

1세부과제: 유효활용을 위한 수저준설토 표준평가지침

- 1) 수저준설토 내 중금속의 존재형태를 고려한 평가기법 및 기준(안) 개발
- 2) 수저준설토 내 잔류성유기오염물질(POPs) 및 신규유기오염물질 동시·신속 다성분 분석 기법 개발
- 3) 수저준설토 내 입자 크기별 유기물 및 난분해성 유기물(Non-degradable Organic Compounds) 오염 특성 규명
- 4) 수저준설토 생태영향평가기법 및 환경기준 연구

2세부과제: 준설토 정화기술 개발

- 1) 중금속 및 잔류성 유기오염물질 최적화 정화 기작 구축
- 2) 중금속 존재 형태별 target specific 정화 기술 개발
- 3) 모듈식 정화 바지선 공정 개발 및 설계
- 4) 수저준설토 처리 환경 영향평가 및 오염최소화 방안 구축

3세부과제: 준설토 유효활용 소재 및 재생기술 개발

- 1) 친환경 개질을 통한 수저준설토의 수변유효활용 재생기술 개발
- 2) 산업부산물 소재를 이용한 수저준설토 유효활용 기술 개발
- 3) 건설순환자원을 이용한 수저준설토의 유효활용 기술 개발

5.2.2 세부과제별 주요 연구내용

세부과제		주요 연구내용
유 효 활 용 을 위 한 수저준 설 토 표 준 평 가 지 침	<ul style="list-style-type: none"> 수저준설토 내 중금속의 존재형태를 고려한 평가기법 및 기준(안) 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 수저준설토의 중금속 존재형태별 인벤토리 분석 수저준설토 내 중금속 존재형태를 고려한 오염 평가 기준 제시 수저준설토의 정화 및 유효활용을 위한 중금속 분석 표준작업 절차서(안) 마련
	<ul style="list-style-type: none"> 수저준설토 내 잔류성유기오염물질(POPs) 및 신규유기오염물질 동시·신속 다성분 분석 기법 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 수저준설토 신중 잔류성유기오염물질 프로파일 구축 잔류성유기오염물질 신속 동시 다성분 분석법 개발 잔류성유기오염물질 동시 분석기법 시범 적용 및 최적화 잔류성유기오염물질 분석 표준작업절차서 마련
	<ul style="list-style-type: none"> 수저준설토 내 입자 크기별 유기물 및 난분해성 유기물(Non-degradable Organic Compounds) 오염 특성 규명 	<ul style="list-style-type: none"> 수저준설토 지화학적 유기물 및 난분해성 유기물 발생원 및 오염 특성 분석 수저준설토 유기물 성상 및 오염 특성 연구 수저준설토 유기물인벤토리 및 성상에 따른 정화 처리기법 제안
	<ul style="list-style-type: none"> 수저준설토 생태영향평가기법 및 환경기준 연구 	<ul style="list-style-type: none"> 수저준설토 해양생태계 영향 평가 기법 개발 준설토 유효활용을 위한 생물 영향 데이터베이스 구축
수 저 준 설 토 정 화 기 술 개 발	<ul style="list-style-type: none"> 중금속 및 잔류성 유기오염물질 최적화 정화 기작 구축 	<ul style="list-style-type: none"> 최적화된 중금속 및 잔류성유기오염물질 정화 기작 구축
	<ul style="list-style-type: none"> 중금속 존재 형태별 target specific 정화 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 준설퇴적물 존재 형태에 따른 정화기법 개발 타깃 금속 형태에 대한 선별적 정화 기법의 효율 파악
	<ul style="list-style-type: none"> 모듈식 정화 바지선 공정 개발 및 설계 	<ul style="list-style-type: none"> 국내 유사공정 평가를 통한 설계 방향 검토 및 설계 변수 도출 처리기술 공정 개념 설계 처리기술 공정 상세 설계 처리기술 공정 모듈화 설계 처리기술 공정 상용규모 설계
	<ul style="list-style-type: none"> 수저준설토 처리 환경 영향평가 및 오염최소화 방안 구축 	<ul style="list-style-type: none"> 수저준설토 처리 환경조사 및 평가 수저준설토 처리 공정에 따른 최적의 환경오염 최소화 방안
수 저 준 설 토 유 효 활 용 소 재 및 재 생 기 술 개 발	<ul style="list-style-type: none"> 친환경 개질을 통한 수저준설토의 수변유효활용 재생기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 준설토의 건설 재료화 연구를 통한 경제성 확보 준설토의 영향 물질 외부전이 방지 및 다기능성 융합재료로서의 개발 건설재료로서의 강도, 내구성, 지속가능한 현장 평가 기술개발을 통한 수저준설토 재활용 시장 개척
	<ul style="list-style-type: none"> 산업부산물 소재를 이용한 수저준설토 유효활용 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 산업부산물을 이용한 고효율 탄삼염화 기술 개발 적합한유효활용처를 고려한 기능성 소재 개발을 통한 유효활용의 증대
	<ul style="list-style-type: none"> 건설순환자원을 이용한 수저준설토의 유효활용 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 건설순환자원을 이용한 준설토의 고화처리 소재개발 및 탄소포집능 향상을 통한 환경성 증진 준설토 내 중금속 안정화 기술 개발 건설순환자원을 이용한 탄산염화 소재 개발 중금속 오염 준설토의 유효활용 기술 개발

5.2.3 세부과제별 필요성 및 연구 동향

	세부과제	연구의 필요성
<p>유요활용을 위한 수저준설토 표준평가지침</p>	<ul style="list-style-type: none"> 수저준설토 내 중금속의 존재형태를 고려한 평가기법 및 기준(안) 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 수저준설토 내 중금속은 여러 형태의 물리적(입자의 크기), 화학적(결합형태)으로 다른 존재형태로 존재함 중금속의 존재형태에 따라 환경영향 및 자원으로서의 활용성이 상이함 수저준설토의 물리·화학적 환경변화에 따른 중금속의 거동(잠재적 용출과 이동 및 변형)과 위해성을 예측하기 위해 중금속의 존재 형태구명 필수적 중금속의 존재형태에 따른 오염수저준설토 맞춤형 정화전략 필요
	<ul style="list-style-type: none"> 수저준설토 내 잔류성유기오염물질(POPs) 및 신규유기오염물질 동시·신속 다성분 분석 기법 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 해양환경관리법 39조 에 따라 해양수산부에서는 해양생태계 내 신종 잔류성유기 오염물질(POPs) 조사를 수행 중 주기적으로 유지준설이 이루어지는 국내 일부 항내 퇴적물의 몇몇 신종POPs 오염이 주목할 만한 수준임 잔류성 유기오염물질(POPs)은 독성·잔류성·생물농축성·강독성 및 장거리 이동성 등의 특성을 가지고 있으며 극미량이라 할지라도 생태계에 미치는 파급효과가 매우 큼 산업발달에 따른 계속되는 POPs오염에 대한 신속한 대응책 마련 시 국제적으로 수저준설토 및 연안환경 관리에 대한 자국의 선제적 위치 확립가능
	<ul style="list-style-type: none"> 수저준설토 내 입자 크기별 유기물 및 난분해성 유기물(Non-degradable Organic Compounds) 오염 특성 규명 	<ul style="list-style-type: none"> 환경 중 자연유기물(Natural Organic Matter, NOM) 중 난분해성 유기물인 휴믹물질(Humic Substance, HS)은 중금속 및 유기오염물질의 거동에 중요한 역할을 함 수저준설토의 입자 크기와 유기물의 발생원인, 존재형태 등과 같은 특성에 따라 다른 유해오염물질의 존재형태, 흡착정도가 상이함
	<ul style="list-style-type: none"> 수저준설토 생태영향평가기법 및 환경기준 연구 	<ul style="list-style-type: none"> 퇴적물 오염기준은 생물학적 연구 방법과 환경기준이 제시되고 있으나 수저준설토에 대한 구체적인 생물학적 연구 및 기준이 미흡함 수저준설토의 정화 처리 기준에 있어 생태계 영향 평가 기법의 부재
<p>수저준설토 정화기술 개발</p>	<ul style="list-style-type: none"> 중금속 및 잔류성 유기오염물질 최적화 정화 기작 구축 	<ul style="list-style-type: none"> 경제성이 고려된 최적화 정화기작 구축의 사회적 요구
	<ul style="list-style-type: none"> 중금속 존재 형태별 target specific 정화 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 현재 준설퇴적물 내 중금속의 전함량 농도평가 방법으로는 법적 기준치와 비교하여 오염유무 판단은 가능하나, 각 금속에 대하여 물리/화학적 존재형태 및 주변의 기반암 등에 따라 중금속의 배경농도가 상이함 퇴적물 내 타겟 금속형태를 선별적으로 제거할 수 있는 정화기술 개발을 준설토의 정화 처리에 대한 예산 절감 및 정화효율 향상에 매우 중요함
	<ul style="list-style-type: none"> 모듈식 정화 바지선 공정 개발 및 설계 	<ul style="list-style-type: none"> 해양 오염지역 즉, 준설 사업구역 현장에서 이루어지는(on-site) 정화기술은 전무한 상태로 육상 이송 시 현행 법제와 마찰, 운반비용 상승 및 환경관련 민원 등의 문제 발

		<ul style="list-style-type: none"> • 생 • 토양용 정화 플랜트는 대용량의 고정식 방식이며, 단위사업 종료 시 다른 사업현장에서 재이용을 하는 것이 제한적임 • 처리용량과 시스템을 확장가능하고 바지선 또는 선박에 배치, 결합, 분리, 이동, 재배치 등이 가능하도록 한 모듈식 정화시스템은 전무한 상태
	<ul style="list-style-type: none"> • 수저준설토 처리 환경영향평가 및 오염최소화 방안 구축 	<ul style="list-style-type: none"> • 수저준설토 정화기술 환경평가 및 오염평가방안 구축
수저준설토 유효활용 소재 및 재생기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 친환경 개질을 통한 수저준설토의 수변유효활용 재생기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 수저준설토의 자원화 시급 • 국내 천연골재 자원의 고갈에 따른 골재 공급 부족에 대한 대안 요구 • 수저준설토 친환경 개질을 통한 수변건설재료로의 기술 개발의 필요성 증대
	<ul style="list-style-type: none"> • 산업부산물 소재를 이용한 수저준설토 유효활용 기술개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 수저준설토의 상당 부분이 세립질로 구성되어있고 중금속 및 유기오염물질로 오염된 경우가 많아 처리 및 유효활용이 어려운 상황 • 다양한 오염물질로 오염된 퇴적물에 대한 효율적이고 안정적인 처리 기술의 개발 및 처리 후 퇴적물에 대해 적합한 유효활용처에 대한 연구가 요구됨
	<ul style="list-style-type: none"> • 건설순환자원을 이용한 수저준설토의 유효활용 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 다양한 건설순환자원은 알칼리 활성화 과정을 거쳐 수저준설토를 고화처리할 수 있는 재료로 개발될 수 있음 • 기술 개발을 통해 건설순환자원의 탄소포집능을 향상시켜 환경성을 증진시킬 수 있음 • 건설순환자원의 중금속 안정화능을 극대화하는 연구가 요구됨

5.2.4 세부과제별 기존과제와의 중복성 분석

○ 연구주제1. 유효활용을 위한 수저준설토 표준평가지침

(1) 세부연구과제1 - 수저준설토 내 중금속의 존재형태를 고려한 평가기법 및 기준(안) 개발

번호	제목	발주처	과제수행처	수행년도
1	해양환경감시 평가기술; 연안 저서환경 건강평가 기술	환경부	서울대학교	1995.12.15.~1998.11.30
중복성 분석	<ul style="list-style-type: none"> - 연안 퇴적물 내 오염물질의 분포에 따른 오염 판정 기법 개발을 위해 다양한 환경 요인과의 상관관계, 생물군집에 의한 오염 판정기법 개발, 오염물질 추적 경로에 따른 추적 개발, 저서환경 오염판정에 필요한 생물지표를 개발하는 과제 - 다양한 오염물질을 동시에 분석하고 평가하는 동시다분석기법 연구는 제시하고 있지 않음 			

2	인공호수(주암댐) 내 중금속의 분포와 집적에 관한 전과정 평가	과학기술부	한국지질자원연구원	2002.10.1.~2004.09.30
중복성 분석	- 중금속의 집적과 분산에 미치는 지구화학적 요인 분석 및 중금속 오염 평가 연구 - 퇴적물 오염에 대한 기준과 기법 제시 연구가 아니며 중금속 오염에 한정되어있음			

(2) 세부연구과제2 - 수저준설토 내 잔류성유기오염물질(POPs) 및 신규유기오염물질 동시·신속 다성분 분석 기법 개발

번호	제목	발주처	과제수행처	수행년도
1	잔류성유기오염물질(POPs) 측정·분석방법 연구(Ⅰ)	환경부	한국과학기술연구원	2005.06.28.~2006.01.27
중복성 분석	- 유기오염물질중 유기염소계 농약 9종에 타깃되어있음 - 연안의 특성을 고려한 다양한 오염물질의 동시다성분 분석 연구 내용 부재			

(3) 세부연구과제3 - 수저준설토 내 입자 크기별 유기물 및 난분해성 유기물(Non-degradable Organic Compounds) 오염 특성 규명

번호	제목	발주처	과제수행처	수행년도
	유사과제 없음			

(4) 세부연구과제4 - 수저준설토 생태계 영향 평가 기법 및 환경 기준 연구

번호	제목	발주처	과제수행처	수행년도
1	시화호 저층수 부유입자의 환경오염물질 모니터링 및 위해성 평가방법 개발연구	한양대학교	환경부	2008-2009.03
중복성 분석	- 오염퇴적물의 부유에 따른 저서생물(이매패류)의 오염물질 축적과 생체지표 분석을 통해 실험 지역의 퇴적물 재부유가 미치는 영향을 예측하고자 한 연구			

○ 연구주제2. 준설토 정화 기술 개발

(1) 세부연구과제1 - 중금속 및 잔류성유기오염물질 정화

중금속/정화

번호	제목	발주처	과제수행처	수행년도
1	중금속 오염 준설토의 재활용을 위한	중소기업청	부산대학교	2008.08.01-2009.05

	고형화/안정화 기술 개발			.31
중복성 분석	<ul style="list-style-type: none"> - 굴패각을 이용하여 준설토내 중금속을 안정화시키면서 복토재로 사용할 수 있는 기술 개발 연구 - 오염 저감 또는 정화에 대한 연구가 아닌 안정화 기법을 제시하고 있으며 복토제 이외의 재료로서의 가능성을 제시하지 않음 			
2	부산지역 하천 오염 준설 퇴적토의 정화처리 방법 개발	환경부	경성대학교	2010
중복성 분석	<ul style="list-style-type: none"> - 준설토의 중금속에 대한 물리화학적 특성을 고려하여 토양세척법과 동전기법을 복합적으로 적용, 최적화 정화방향을 선정하기 위한 연구. - 잔류성유기오염물질을 포함하는 복합 오염에 대한 정화 처리에 대한 연구가 아님 			
3	연안어장 준설퇴적물내 함유된 유기물 및 중금속 환경친화적 처리기술 개발	해양수산부	한국해양대학교	2003-2005
중복성 분석	<ul style="list-style-type: none"> - 호기성 액상안정화방법에 의한 유기물 처리, 생물침출공정을 통한 중금속 제거기술이 적용됨 - 생물학적 처리를 기반으로 하고 있으며 잔류성유기오염물질의 정화 공정에 대한 내용을 포함하지 않음 			

(2) 세부연구과제2 - 중금속 존재 형태별 정화

중금속/target specific/정화

번호	제목	발주처	과제수행처	수행년도
1	유사과제 없음			

(3) 세부연구과제3 - 모듈식 정화 바지선

바지선/모듈식/정화플랜트

번호	제목	발주처	과제수행처	수행년도
1	미세기포와 분리막 내장형 배양조를 이용한 호소수의 조류제거 기술	중소기업청	가천대학교 산학협력단	2013-
중복성 분석	<ul style="list-style-type: none"> - 부영양화 용수 정화 목적으로 한 녹조 제거 기술 연구 - 미세기포를 이용한 공정을 바지선에 설치하였으나 대상물질이 녹조생물로 다양한 오염대상을 고려한 연구가 아님 			

(4) 세부연구과제4 - 환경영향평가 및 오염최소화 방안 구축

환경. 생태계 위해성 평가/환경/생태계/위해성평가/유해성

번호	제목	발주처	과제수행처	수행년도
1	퇴적물 환경질 평가 체계 구축 - 담수퇴적물 독성 평가 체계 설계를 중심으로 -	환경부	국립환경과학원	2014

중복성 분석	- 독성평가 모니터링 체계 설계 연구로 생물의 급성 및 만성 독성 결과 제시 - 퇴적물의 오염물질의 존재 형태에 따른 생물 영향을 고려한 연구가 아님			
2	중금속 오염 감시를 위한 저서생물 체내 생체지표의 활용 -시화호를 중심으로-	환경부	한양대학교	2006.03.01-2007.02.28
중복성 분석	- 중금속 오염 퇴적물의 노출을 평가하기 위한 생물의 치사와 금속관련 생체지표 연구 - 퇴적물의 오염 진단을 위한 지표를 제시하거나 기법을 소개하는 연구가 아님			

○ 연구주제3. 준설토 유효활용 소재 및 재생기술 개발

(1) 세부연구과제1 -수저준설토의 건설재료 생산

수저준설토 / 건설재료 / 이산화탄소

번호	제목	발주처	과제수행처	수행년도
1	해양 준설토와 슬래그를 활용한 친환경 콘크리트 개발	교육과학기술부	경남과학기술대학교	2009.05.01-2012.04.30
중복성 분석	- 항만 준설토를 활용한 콘크리트 재료 기술 개발 및 활용 가능성 평가를 위한 물성 분석 - 정화기준 이하의 준설토를 대상으로 하여 수행하였으며 수저준설토의 정화를 고려하지 않음 - 콘크리트 소재로서의 활용성을 고려하여 감수제 및 혼화제 사용을 통한 재료 성능 연구를 수행하였으나 준설토의 다양한 입도의 분포를 고려한 소재 개발 연구는 아님			
2	해양준설토 재이용을 위한 친환경 고화처리시스템 개발	해양수산부	(주)신대양	2013
중복성 분석	- 오염퇴적물을 타깃으로 한 정화기법 및 해양정화선 실증테스트 연구 - 물리적 분리와 세척을 기반으로 함 - 고도화 처리를 통한 복합오염(잔류성유기오염물질 포함)의 적용 연구가 없으며 큰 규모로 인한 환경적 제약에 관한 해결방안이 제시되어있지 않음			

(2) 세부연구과제2, 3 - 탄산염화 반응을 이용한 중금속 및 잔류성유기오염 준설토 처리

수저준설토 / 탄산염화반응 / 중금속 / 잔류성유기오염

번호	제목	발주처	과제수행처	수행년도
1	탄산수 세척기법을 이용한 중금속 오염토양 정화기술 개발	중소기업청	대전대학교 산학협력단	2010.06.01-2011.05.31
중복성 분석	- 탄산가스를 이용한 토양 내 중금속 제거 기술 개발 연구			

<ul style="list-style-type: none"> - 잔류성유기오염물질 및 유기물의 복합오염에 대한 처리기술 내용 없음 - 해양환경에서의 적용 가능성 연구 부재
--

5.2.5 세부과제별 기대성과 및 활용방안

	세부과제	기대성과 및 활용방안
유 효 활 용 을 위 한 수저준 설 토 표 준 평 가 지 침	<ul style="list-style-type: none"> • 수저준설토 내 중금속의 존재형태를 고려한 평가기법 및 기준(안) 개발 	<ul style="list-style-type: none"> - 수저준설토 오염 평가 및 정화 기준 제시를 통한 준설 후 유효활용의 활성화 및 준설토 처리처분에 대한 사회적 문제 저감
	<ul style="list-style-type: none"> • 수저준설토 내 잔류성유기오염물질(POPs) 및 신규유기오염물질 동시 • 신속 다성분 분석 기법 개발 	<ul style="list-style-type: none"> - 정책적, 과학적인 빠른 의사결정 지원을 위한 다성분 유해물질 분석 기법 확립 - QuEChERS에 근간한 분석기법 개발을 통한 국가차원의 퇴적물 유해물질 모니터링 분석 기법 활용 가능
	<ul style="list-style-type: none"> • 수저준설토 내 입자 크기별 유기물 및 난분해성 유기물 (Non-degradable Organic Compounds) 오염 특성 규명 	<ul style="list-style-type: none"> - 수저준설토에 대한 최적 효율의 처리기술 개발이 가능 - 향후 연안 퇴적물 관리를 위한 과학적 자료로 활용
	<ul style="list-style-type: none"> • 수저준설토 생태영향평가기법 및 환경기준 연구 	<ul style="list-style-type: none"> - 준설토 생태 영향 데이터베이스 구축 - 준설토 위해성 평가 기법 개발 및 평가 가이드라인 구축을 위한 근거 자료 제시
수 저 준 설 토 정 화 기 술 개 발	<ul style="list-style-type: none"> • 중금속 및 잔류성 유기오염물질 최적화 정화 기작 구축 	<ul style="list-style-type: none"> - 경제적이고 친환경적인 정화기법 구축을 통한 준설 및 정화시장의 활성화
	<ul style="list-style-type: none"> • 중금속 존재 형태별 target specific 정화 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> - 정화 대상 우선순위 선정을 통한 수저준설토의 정화기술 및 환경 영향 평가 관련 정책추진과 예산 투입의 절감
	<ul style="list-style-type: none"> • 모듈식 정화 바지선 공정 개발 및 설계 	<ul style="list-style-type: none"> - 수저준설토 정화 및 유효활용을 위한 동시 처리기술 개발로 세계적인 우수기술 확보 - 활성화된 제도 및 기술 적용이 가능
수 저 준 설 토 유효활용 소 재 및 재생기 술 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 수저준설토 처리 환경 영향평가 및 오염최소화 방안 구축 	<ul style="list-style-type: none"> - 준설토 오염평가 방법 및 환경기준 제시 - 정화기법의 최적화
	<ul style="list-style-type: none"> • 친환경 개질을 통한 수저준설토의 수변유효활용 재생기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> - 준설토의 건설 재료화 연구를 통한 경제성 확보 - 준설토의 영향 물질 외부전이 방지 및 다기능성 융합제재로서의 개발을 통한 수저준설토의 활용 가능성 향상 - 건설재료로서의 강도, 내구성, 지속가능한 현장 평가 기술개발을 통한 수저준설토 재활용 시장 개척

<ul style="list-style-type: none"> • 산업부산물 소재를 이용한 수저준설토 유효활용 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> - 산업부산물을 이용한 고효율 탄삼염화 기술 개발을 통한 관련 분야의 기술력 향상 - 적합한유효활용처를 고려한 기능성 소재 개발을 통한 수저준설토의 유효활용 가능성 증대
<ul style="list-style-type: none"> • 건설순환자원을 이용한 수저준설토의 유효활용 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> - 건설순환자원을 이용한 준설토의 고화처리 소재개발 및 탄소포집능 향상을 통한 환경성 증대 - 중금속 오염 준설토의 유효활용 기술 개발을 통한 정화 단계에서의 경제성 확보

5.2.6 세부과제 우선순위 도출

가. 우선순위 과제 도출 및 목표 설정을 위한 설문조사²⁰⁾

(1) 설문 개요

□ 설문 목적

- 본 조사의 목적은 [중금속 및 지속성유기오염물질 오염 수저준설토 유효활용을 위한 현장 정화기술 개발 기획연구]에서 도출된 각 과제의 우선순위를 파악함으로써 향후 과제 지원 및 추진 시 참고자료로 활용하기 위함임

□ 설문 결과 도출 과정

- 설문 결과의 신뢰성을 높이기 위하여 다음과 같은 절차에 따라 세부과제별 우선순위를 도출함

□ 설문대상 및 조사방법

- 설문대상 및 조사방법

- 설문결과에의 신뢰성이 결여되는 것을 막기 위해 유의적인 답변이 가능한 관련 분야의 전문가 및 연구원을 대상으로 2016년 1월 29일(금)~2월5일(금)까지 설문을 실시하였으며, 이 중 47개 설문서를 회수하여 분석을 실시함
- 설문응답자 중 49%가 연구기관 38%가 대학에 종사하고 있었으며, 그 다음으로 산업계, 정부 기관 등의 순으로 조사됨

20) 수저준설토 유효활용을 위한 정화기술 개발 및 전용처분장 조성에 관한 연구기술개발 설문조사(부록 첨부)

- 또한, 응답자 중 38%가 관련 경력 5년 미만으로 가장 많았으며, 20년 이상 경력자 24%, 5~10년 경력자 17%, 10~15년 경력자 13%, 15~20년 경력자 7% 등의 순으로 나타남
- 응답자의 관련 분야로는 약 57%가 해양관련 분야, 19%가 환경, 17%가 공학분야, 행정 및 기타 분야가 6%에 달함

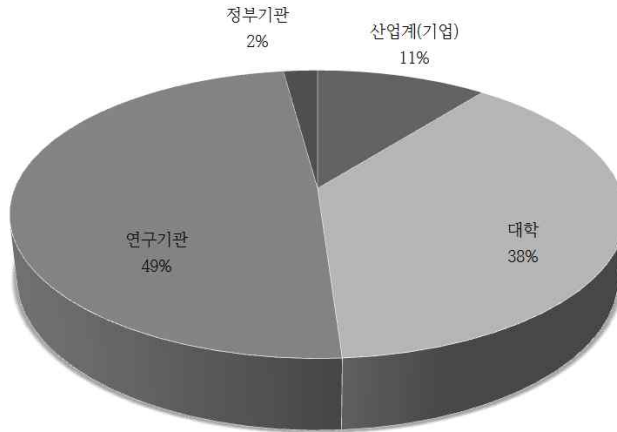


그림 5.1 설문대상 직업별 분포

(2) 설문 결과

□ 수저준설토에 대한 인식

- 응답자의 약 53%가 준설토에 의한 환경 및 사회 문제에 대해 인식하고 있는 것으로 조사되었으며 이렇게 인식하고 있는 응답자의 87% (매우 그렇다 32%, 그렇다 55%)가 정화처리 기술에 대한 필요성을 언급함

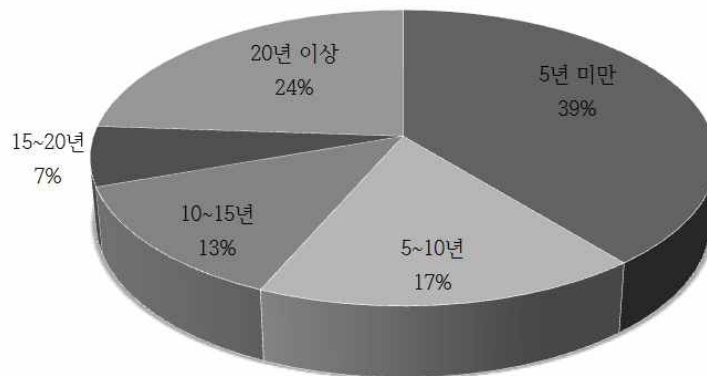


그림 5.2 설문대상 경력별 분포

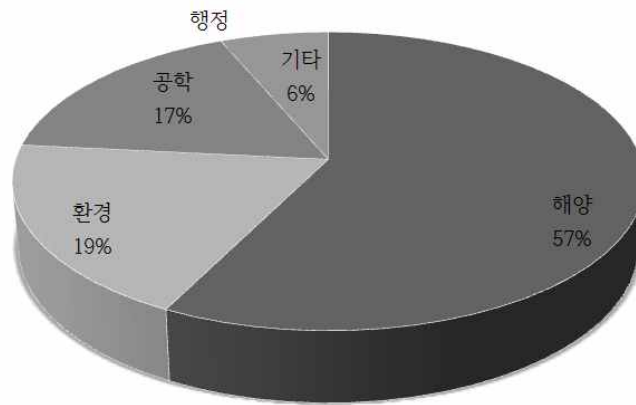


그림 5.3 설문대상 직업분야

- 수저준설토의 정화 기술 연구와 관련해 환경적인 문제(82%), 경제적인 문제(40%)의 순으로 그 필요성을 고려하고 있음이 조사됨
- 응답자의 67%가 본 기술 개발 연구가 해양환경 분야에 기여할 것으로 내다보았으며, 그 밖에 환경 공학(50%), 항만개발, 소재개발 순으로 기여할 수 있을 것으로 예상함

□ 개발 기술에 대한 가중치 분석

- 설문조사의 배경을 바탕으로 기획 연구의 기술 개발 분야에서 가장 중요한 특징 및 필요성에 대해 51%의 응답자가 핵심원천 정화기술의 개발, 18%가 정화 처리공정 개발이 중요하다고 응답하였으며, 유효활용 소재 개발 및 제품 개발(13%), 상용규모의 설계 및 조성(11%), 관련 법 개정안 마련(7%) 순으로 응답하였음
- 기술적 평가항목의 가중치 도출을 위한 설문 결과²¹⁾를 통해 아래 <표 5.1>과 같이 각 세부 항목별 가중치가 도출 됨
- 전문가를 대상으로 본 기획연구에서 도출된 각 세부과제를 평가하고, 평가 결과를 종합하여 아래 표 5.2와 같이 각 과제별 점수 및 순위를 산정

21) 설문 “ 연구개발 과제의 가장 중요한 특징이라고 생각되는 분야”

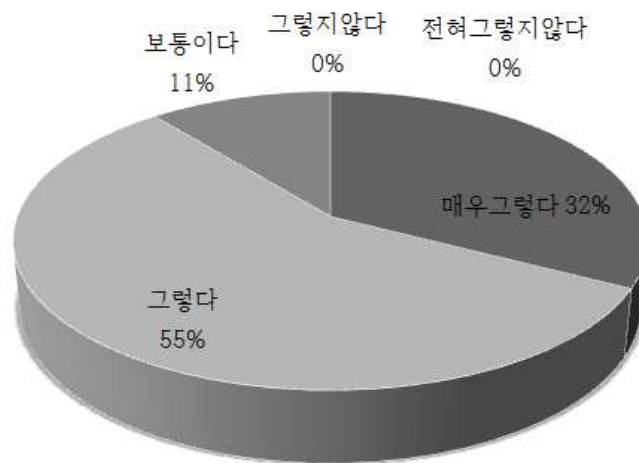
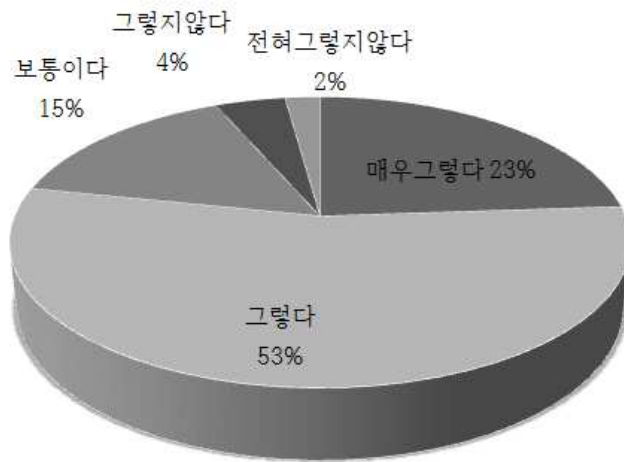


그림 5.4 (위) 수저준설토가 야기하는 환경·사회 문제에 대한 인식조사 (아래) 이와 관련해 수저준설토 정확도 관련 기술 개발 연구가 필요한지에 대한 인식조사

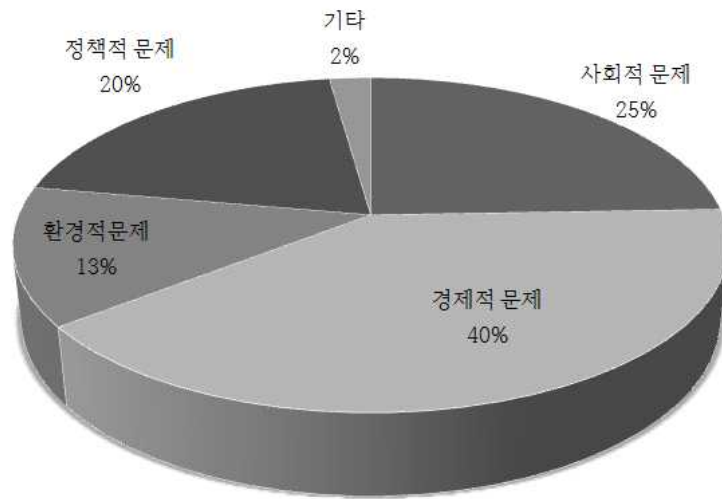
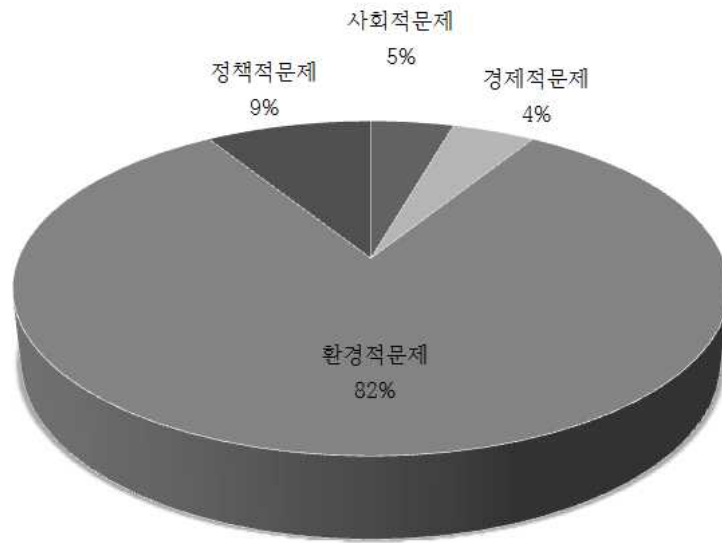


그림 5.5 정화기술이 필요성 (위) 1순위 (아래) 2순위

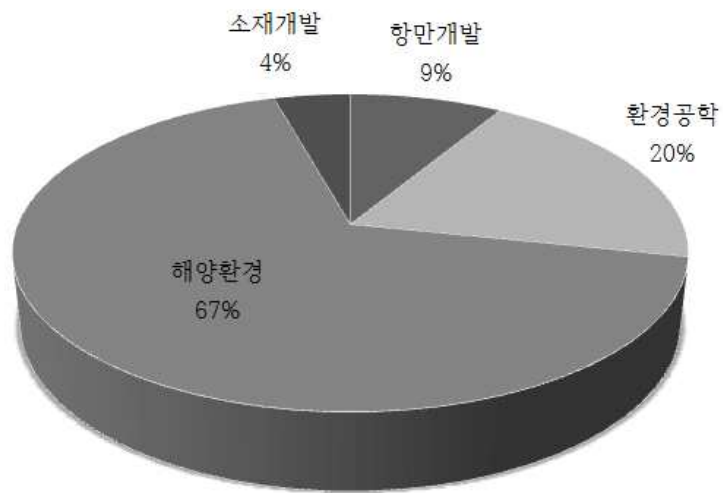


그림 5.6 기술 개발 연구가 영향을 미칠 것으로 예상되는 분야

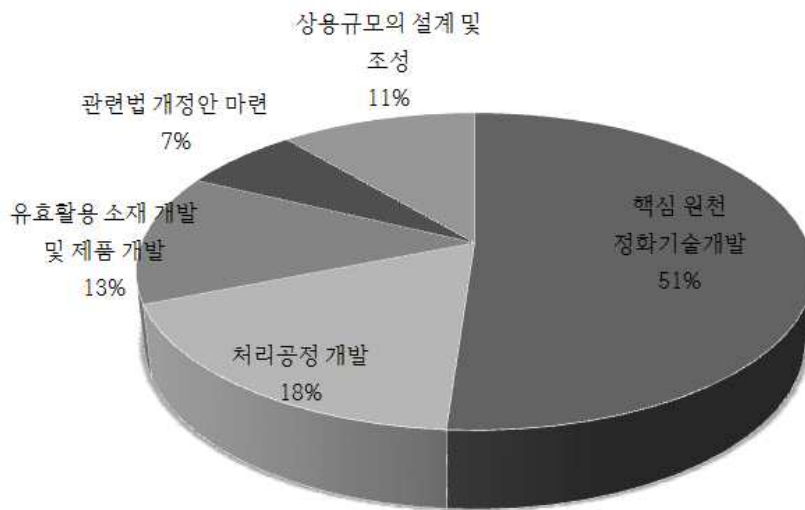


그림 5.7 기술 개발 분야에서 가장 중요한 특징 또는 필요 분야

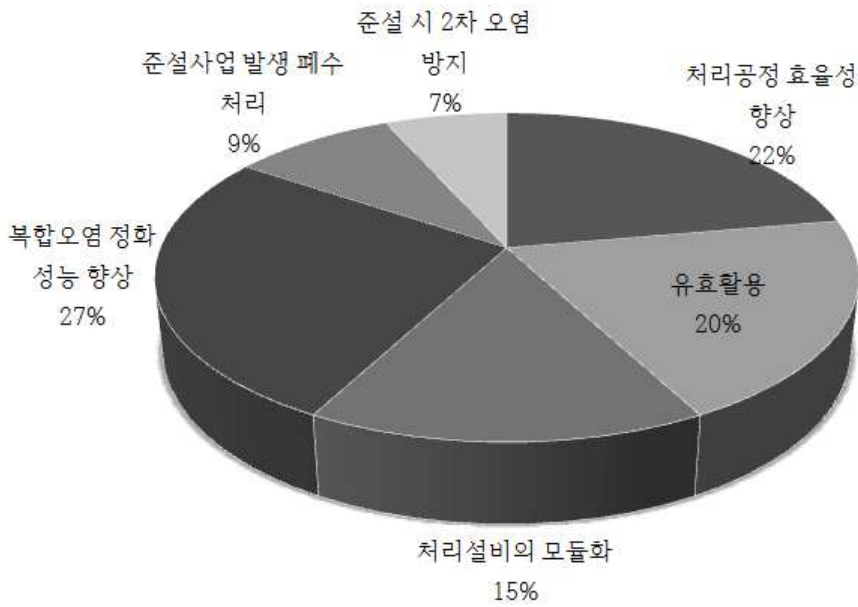
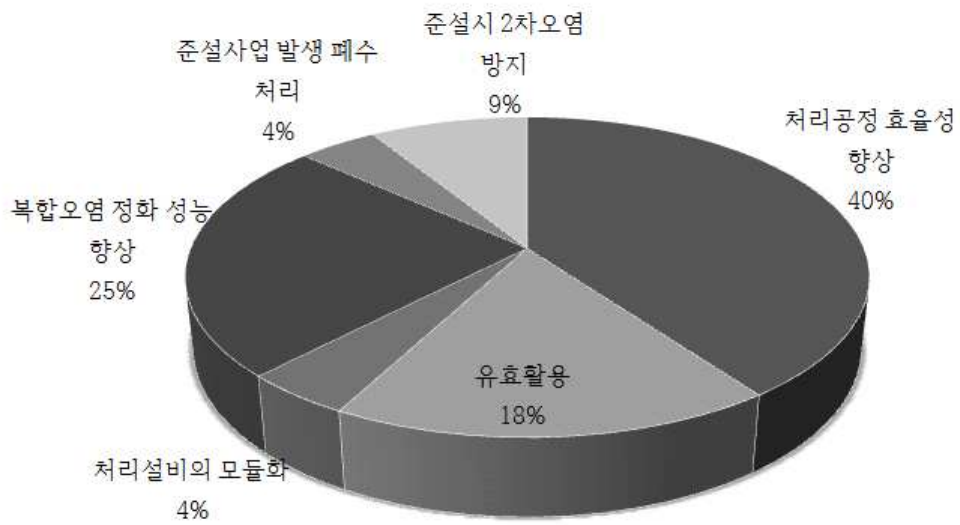


그림 5.8 수 정화 및 유효활용 분야에서 기술도입이 시급하다고 생각되는 항목을 (위) 1순위 (아래) 2순위

표 5.1 설문조사 결과를 반영한 세부주제에 대한 가중치 적용

세부주제 (*22)	세부과제	가중치 적용점수
핵심 원천 정화기술 개발 (1) - 복합오염 정화 성능	수저준설토 정화기술 개발	5
처리공정 개발 (2) - 처리공정 효율 향상 - 처리 설비의 모듈화	정화모듈공정개발	4
유효활용 소재개발 및 제품개발 (3)	유효활용 소재 및 재생기술 개발	3
관련 법 개정안 마련 (4)	유효활용을 위한 수저준설토 표준평가지침 및 기준제시	2
상용규모의 설계 및 조성 (5)	재생센터 구축 및 실증	1

(나) 후보과제 리스트 별 가중치 적용

- 세부과제 간 연계(4.2.1 세부과제 간 연계)를 고려하여 수저준설토의 유효활용을 위한 제도적 검토 및 의사결정을 위한 연구 분야에 별도의 가중치(시급성 2)를 적용함

연구과제	가중치 적용
수저준설토 내 중금속의 존재형태를 고려한 평가기법 및 기준(안) 개발	10
수저준설토 내 잔류성유기오염물질(POPs) 및 신규유기오염물질 동시·신속 다성분 분석 기법 개발	10
수저준설토 내 입자 크기별 유기물 및 난분해성 유기물(Non-degradable Organic Compounds) 오염 특성 규명	10
수저준설토 생태영향평가기법 및 환경기준 연구	10
중금속 및 잔류성 유기오염물질 최적화 정화 기작 구축	15
중금속 존재 형태별 target specific 정화 기술 개발	15
모듈식 정화 바지선 공정 개발 및 설계	15
정화 기법의 환경·생태계 위해성 평가	10
친환경 개질을 통한 수저준설토의 건설재료 생산	8
수저준설토 유효활용을 위한 탄산염화 반응을 이용한 중금속 및 잔류성유기오염 준설토의 처리	8

5.3 세부과제 추진전략

5.3.1 세부과제별 기술 및 목표 성과물 제시

□ 유효활용을 위한 수저준설토 표준평가지침 및 기준제시

핵심기술명	수저준설토 유효활용을 위한 표준평가지침 및 기준제시				
기술정의	<ul style="list-style-type: none"> • 수저준설토의 유효활용을 위한 기준 마련을 위한 평가 기법 • 기법(고시안) 및 표준지침서 제시 				
기술트리 (요소기술) 세부기술명	<ul style="list-style-type: none"> • 수저준설토 유효활용을 위한 유해물질 평가 기법 • 수저준설토 생태계 영향 평가 기법 • 표준지침 마련 				
연차별 연구개발 목표					
연도	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년
연구개발 목표	- 국내외 수저준설토 프로파일 구축	- 관련 법령 정비 방안 검토 - 생태계 영향 평가 기법 개발	- 법령 개정안 제시	- 분석기법의 현장 적용시험	- 분석기법의 현장 최적화 - 정확 및 유효활용 기준 확립 및 실증
단계별 산출물	- 국내외 수저준설토 오염 물질 및 현황 프로파일 - 타깃 대상 오염물질	- 수저준설토의 생태계 영향 결과	- 법령개정안 (법, 령, 규칙, 고시, 지침 등) - 생태계 영향 평가 기법	- 법령개정안 (법, 령, 규칙, 고시, 지침 등)	- 최적화된 평가 기법 - 기준에 대한

□ 수저준설토 정화 기술 개발

핵심기술명	수저준설토 정화 기작 및 처리 공정 개발				
기술정의	<ul style="list-style-type: none"> • 유효활용을 목적으로 한 정화 기작 및 처리시스템 개발 				
기술트리 (요소기술) 세부기술명	<ul style="list-style-type: none"> • 중금속 및 잔류성 유기오염물질의 최적화 정화 기술 • 중금속 존재 형태별 타깃 금속형태를 정화하는 기술 • 정화 모듈 공정 개발 기술 • 정화 모듈 최적화 평가 기술 • 정화 기술 경제성 평가 기법 • 정화 기술 환경 영향 평가 기법 				
연차별 연구개발 목표					
연도	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년
연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> - 수저준설토 정화 타깃 중금속 형태 선정 - 정화모듈의 설계변수도출 	<ul style="list-style-type: none"> - 정화모듈의 개념설계 - 최적화 정화 방안 설계 	<ul style="list-style-type: none"> - 정화모듈의 상세 설계 - 정화기술의 경제성평가 	<ul style="list-style-type: none"> - 모듈화 설계 - 모듈 최적화 평가 	<ul style="list-style-type: none"> - 상용규모설계 - 정화기술의 가치 평가
단계별 산출물	<ul style="list-style-type: none"> - 정화 타깃 오염물질 인벤토리 - 정화 공정을 위한 설계 변수 	<ul style="list-style-type: none"> - 오염물질 정화 기술 - 모듈화 설계 	<ul style="list-style-type: none"> - 정화 모듈 완성 - 완성된 모듈화 설계 	<ul style="list-style-type: none"> - 최적화된 정화 공정 	<ul style="list-style-type: none"> - 최적화 된 정화 모듈

□ 수저준설토 유효활용 소재 및 재생기술 개발

핵심기술명	수저준설토의 유효활용을 위한 소재 및 재생기술 개발				
기술정의	<ul style="list-style-type: none"> 수저준설토의 유효활용을 위한 소재 개발 및 재생 기술 				
기술트리 (요소기술) 세부기술명	<ul style="list-style-type: none"> 수저준설토 재생기술 수저준설토 유효활용 기술 유효활용 소재 및 제품 개발을 위한 기술 재생기술 및 소재의 경제성 평가 기법 재생기술 및 소재의 환경성 평가 기법 				
연차별 연구개발 목표					
연도	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년
연구개발 목표	- 관련기술 프로파일 구축	- 개발 기술의 경제성 평가	- 재생기술의 공정 개발 - 친환경건설재 료화 기술 개발 - 고품화 기술을 이용한 재생기술 개발	- 개발 기술의 가치 평가	- 유효활용 제품 시험 생산
단계별 산출물	- 재생기술 관련 기술 프로파일	- 경제성이 확보된 재생 기술	- 수저준설토를 이용한 친환경 건설재료 - 고품화 기술을 이용한 수저준설토 재생제품	- 제품기술에 대한	- 수저준설토를 이용한 제품

5.3.2 세부과제별 성과물 연계성

- 각 세부 과제에서 개발되는 요소기술의 연계를 통한 획득 전략 구축

- 준설물질에 대한 오염 현황 분석 및 신속한 결정을 위한 표준분석기법 개발
- 유효활용 관련 법제도 개선(안) 및 환경기준(안) 마련
- 환경 및 생태계 영향 파악을 위한 진단 기법
- 오염 성상 연구를 통한 최적화 정화 기법 수립
- 오염 현황 분석 및 환경·생태계 영향 파악 진단 기법을 이용한 정화 대상 및 기준 선정
- 제시된 정화기준을 바탕으로 한 재생소재 연구
- 환경·생태계 영향 파악 진단 기법을 활용한 재생 기술의 안전성 평가

5.3.3 성과물 기반 TRM



그림 5.9 성과물 기반의 TRM

제 6장 연구과제 소요예산

6.1 소요예산

6.1.1 연구비 총괄

□ 90억 원, 총 5년(1차년 10억)

(천원)

구 분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
준설토 관련 정화기준	225,000	450,000	440,000	400,000	350,000	1,865,000
정화기술개발	665,000	1,180,000	1,220,000	1,240,000	1,380,000	5,685,000
재생기술개발	110,000	370,000	340,000	360,000	270,000	1,450,000
총 계	1,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	9,000,000

6.1.2 세부과제별 소요예산

과제	사업내용 (사업목표)	예산 (억 원)
준설토 관련 정화기준	<p>수저준설토 관련 법·제도 검토 및 기준 마련</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수저준설토 내 오염물질 프로파일 구축 및 정화 기준안 마련 - 수저준설토 관련 법·제도 정비 방안 초안 개발 - 수저준설토의 중금속·잔류성유기오염물질 표준평가방법 실증 - 수저준설토 생태계 영향 평가 방안 개념설계 - 수저준설토 생태계 영향 평가 방안 기법 개발 - 수저준설토 생태계 영향 평가 방안 기법 실증 - 수저준설토 생태계 영향 평가 방안 지침서(제안) - 정화 처리 기준 개발 - 유효활용을 위한 의사결정 도구 개발 - 유효활용을 위한 수저준설토 환경 관리 세부 지침 개발 - 수저준설토 정화 의사결정 도구안 확립 - 수저준설토 유효활용 의 사결정 도구안 확립 - 개발된 정화기술의 경제적 가치 평가 	18.65

	<ul style="list-style-type: none"> - 수저준설토 정화 및 유효활용 의사결정기법지침(고시안) 제안 - 법제화 자문 및 지원 	
정화기술개발	<p>수저준설토 유효활용 정화기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 실시간, 대용량 수저준설토 분리 기술 기초 개발 - 중금속 및 잔류성유기오염물질 정화 기작(Mechanism) 개발 - 실시간, 대용량 수저준설토 분리 기술 개발(Lab. scale) - 중금속 및 잔류성유기오염물질 정화 공정 개발(Lab. scale) - 실시간, 대용량 수저준설토 분리 기술 개발(Pilot scale) - 중금속 및 잔류성유기오염물질 정화 공정 개발(Pilot scale) <p>처리기술 공정 설계</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국·내외 수저준설토 현장 정화 관련 기술 조사 및 주요 설계 요소 도출 - 처리기술 공정 개념설계 - 처리기술 공정 상세설계 - 처리기술 공정 모듈화 설계 - 처리기술 공정 상용규모 설계 <p>수저준설토 유효활용 정화기술 최적화 및 기술 실증</p> <ul style="list-style-type: none"> - 정화 처리기술 공정의 최적화 - 정화 처리기술 실증(안) 개발 - 정화 처리기술 실증 및 상용화(기술이전) 	58.8b
재생기술개발	<p>수저준설토 유효활용 기반 구축 및 재생기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 유효활용 소재 개발 - 재생기술 공정 개발 및 설계 - 재생기술의 경제성 평가 - 소재의 성능평가 및 실용성 확인 <p>수저준설토 재생 기술 최적화 및 기술 실증</p> <ul style="list-style-type: none"> - 재생기술 공정의 최적화 - 재생 산물 평가(규격, 물성, 성능 및 가치) 방안 개발 - 재생기술 실증(안) 개발 - 재생기술 실증 및 상용화(기술이전) <p>수저준설토 유효활용을 위한 재생공정 Pilot-장치 구현</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수저준설토 재생기술 시험(중간처리, 최종처분, 유효활용 포함) 	14.50

6.1.3 단계별 연차별 소요예산

사업연도	사업내용(사업목표)	예산 (억 원)
1차년도 (2017)	<p>수저준설토 관련 법·제도 검토 및 기준 마련</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수저준설토 내 오염물질 프로파일 구축 및 정화 기준안 마련 - 수저준설토 관련 법·제도 정비 방안 초안 개발 - 기술개발의 경제성 평가 <p>수저준설토 유효활용 정화기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 실시간, 대용량 수저준설토 분리 기술 기초 개발 - 중금속 및 잔류성유기오염물질 정화 기작(Mechanism) 개발 <p>처리기술 공정 설계</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국·내외 수저준설토 현장 정화 관련 기술 조사 및 주요 설계 요소 도출 <p>수저준설토 유효활용 기반 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> - 유효활용 소재 개발 - 재생기술 공정 개발 및 설계 - 재생기술의 경제성 평가 	10
2차년도 (2018)	<p>수저준설토 관련 법·제도 검토 및 기준 마련</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수저준설토의 중금속·잔류성유기오염물질 표준평가방법 개념설계 - 수저준설토 생태계 영향 평가 방안 개념설계 - 정화 처리 기준 개발 - 유효활용을 위한 의사결정 도구 개발 - 유효활용을 위한 수저준설토 환경 관리 세부 지침 개발 <p>수저준설토 유효활용 정화기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 실시간, 대용량 수저준설토 분리 기술 개발(Lab. scale) - 중금속 및 잔류성유기오염물질 정화 공정 개발(Lab. scale) <p>처리기술 공정 설계</p> <ul style="list-style-type: none"> - 처리기술 공정 개념설계 <p>수저준설토 유효활용을 위한 재생기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 유효활용 소재 개발(계속) - 재생기술 공정 개발 및 설계(계속) 	20
3차년도 (2019)	<p>수저준설토 관련 법·제도 검토 및 기준 마련</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수저준설토의 중금속·잔류성유기오염물질 표준평가방법 개발 - 수저준설토 생태계 영향 평가 방안 기법 개발 - 수저준설토 정화 의사결정 도구안 확립 - 수저준설토 유효활용 의사결정 도구안 확립 <p>수저준설토 유효활용 정화기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 실시간, 대용량 수저준설토 분리 기술 개발(Pilot scale) - 중금속 및 잔류성유기오염물질 정화 공정 개발(Pilot scale) <p>처리기술 공정 설계</p> <ul style="list-style-type: none"> - 처리기술 공정 상세설계 <p>수저준설토 유효활용 기반구축 및 재생기술 개발</p>	20

	<ul style="list-style-type: none"> - 유효활용 소재 개발 (계속) - 소재의 성능평가 및 실용성 확인 - 재생기술 공정 개발 및 설계(계속) 	
4차년도 (2020)	<p>수저준설토 관련 법·제도 검토 및 기준 마련</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수저준설토의 중금속·잔류성유기오염물질 표준평가방법 실증 - 수저준설토 생태계 영향 평가 방안 기법 실증 - 개발된 정화기술의 경제적 가치 평가 - 법제화 자문 및 지원 <p>수저준설토 유효활용 정화기술 최적화 및 기술 실증</p> <ul style="list-style-type: none"> - 정화 처리기술 공정의 최적화 - 정화 처리기술 실증(안) 개발 <p>처리기술 공정 설계</p> <ul style="list-style-type: none"> - 처리기술 공정 모듈화 설계 <p>수저준설토 재생 기술 최적화 및 기술 실증</p> <ul style="list-style-type: none"> - 재생기술 공정의 최적화 - 재생 산물 평가(규격, 물성, 성능 및 가치) 방안 개발 - 재생기술 실증(안) 개발 	20
5차년도 (2021)	<p>수저준설토 관련 법·제도 검토 및 기준 마련</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수저준설토의 중금속·잔류성유기오염물질 표준평가방법 지침서(안) 제안 - 수저준설토 생태계 영향 평가 방안 지침서(제안) - 수저준설토 정화 및 유효활용 의사결정기법지침(고시안) 제안 - 법제화 자문 및 지원 <p>수저준설토 유효활용 정화기술 최적화 및 기술 실증</p> <ul style="list-style-type: none"> - 정화 처리기술 공정의 최적화(계속) - 정화 처리기술 실증 및 상용화(기술이전) <p>처리기술 공정 설계</p> <ul style="list-style-type: none"> - 처리기술 공정 상용규모 설계 <p>수저준설토 재생 기술 최적화 및 기술 실증</p> <ul style="list-style-type: none"> - 재생기술 공정의 최적화(계속) - 재생기술 실증 및 상용화(기술이전) <p>수저준설토 유효활용을 위한 재생공정 Pilot-장치 구현</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수저준설토 재생기술 시험(중간처리, 최종처분, 유효활용 포함) 	20

제 7장 운영전략 및 추진체계

7.1 기존 연구 인프라와 연계활용방안

- 연구소, 대학, 산업계의 기술인프라를 활용하여 기술 개발, 기술이전, 기술 사업화 등 협력 네트워크를 이용한 연구개발이 추진되도록 하고자 함

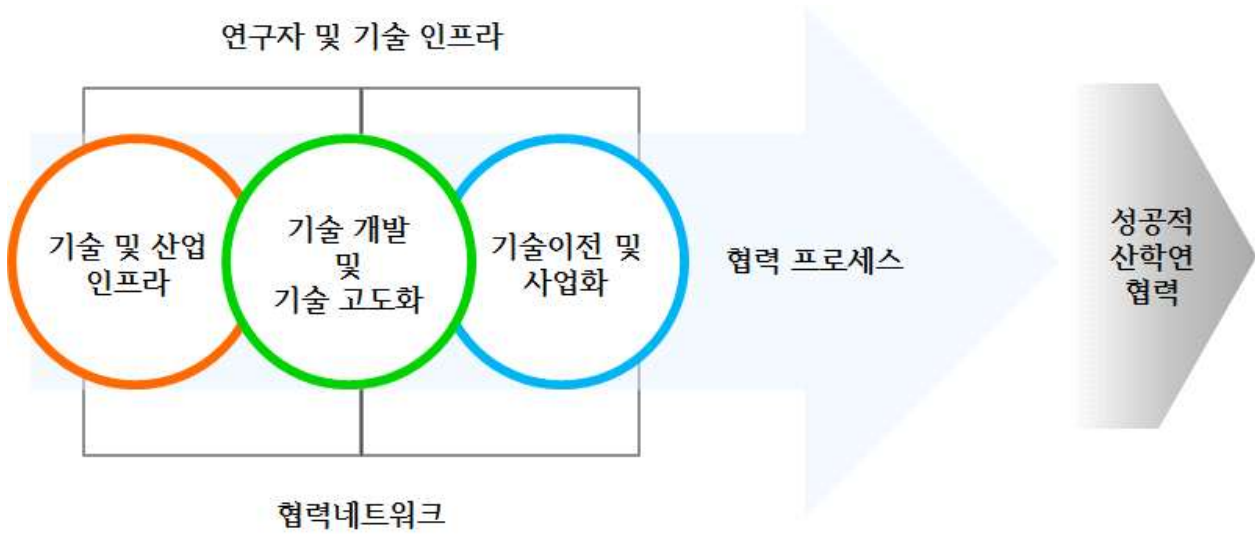


그림 7.1 기존 인프라와 연계 활용 방안

7.2 추진 전략

- 1단계 [배경 연구]: 오염수저준설토의 현황 파악 및 정화 대상에 대한 조사
- 2단계 [기반 마련]: 수저준설토 정화 기준 및 유효활용과 관련된 제도 개선을 통한 수저준설토 자원화 추진
- 3단계 [기술 개발]: 정화기술과 재생기술 개발을 통한 제도 개선 후 실용화 안 제시
- 4단계 [실증 및 실용화]: 기술의 실증 및 최적화를 통한 수저준설토 자원화

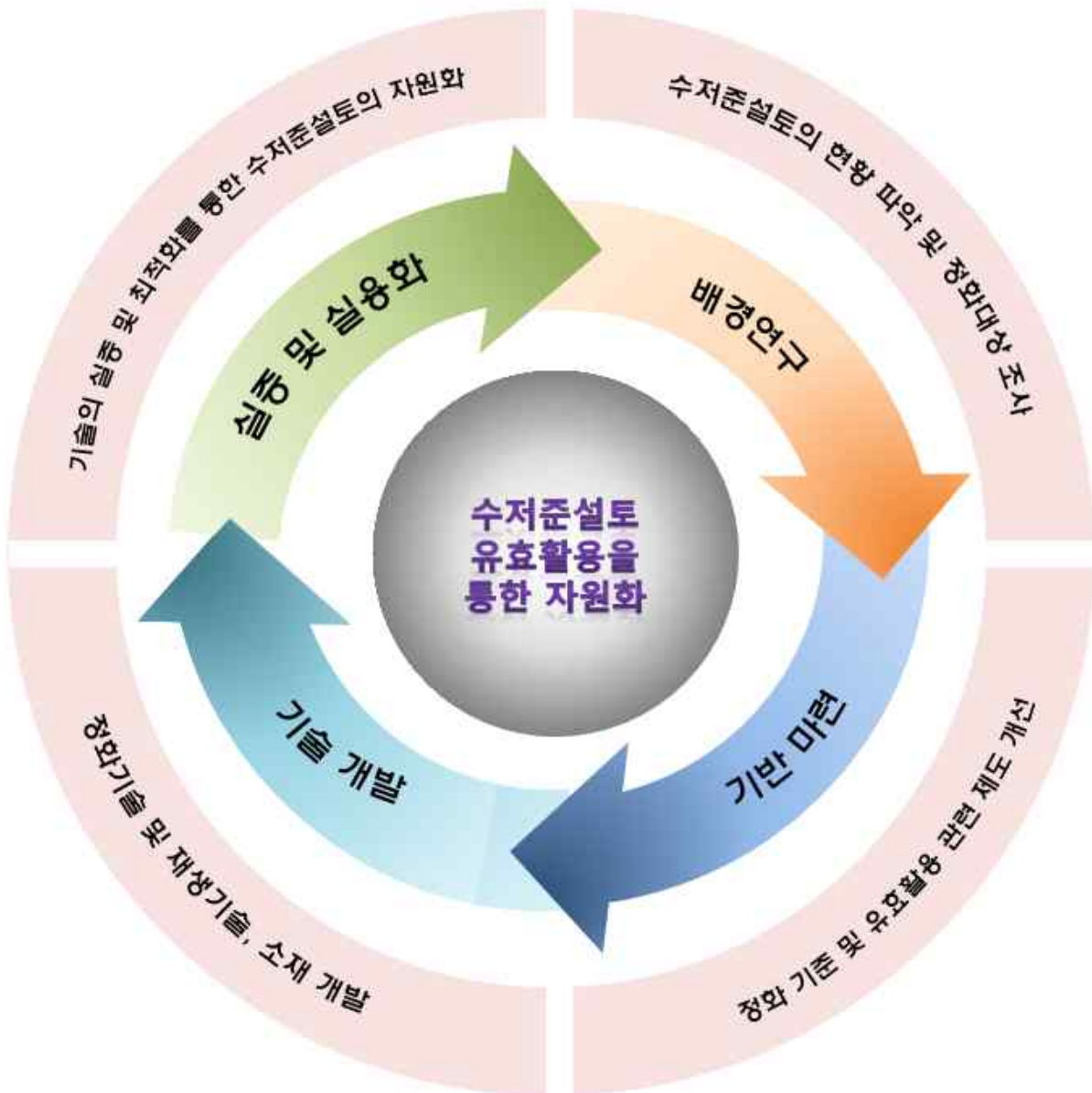


그림 7.2 추진 전략

추진전략 1

관련 제도 개선과 연구 개발 사업의 연계

- 연구 목표를 통한 실효성을 확보하기 위하여 연구개발과 연동하여 연구개발 결과를 정책 수립과 이행으로 연결시켜 수저준설토의 유효활용을 통한 자원화 및 유효활용기술의 상용화가 추진될 수 있도록 계획함

추진전략 2

현황 분석과 정화 관련 핵심요소기술 개발의 병행

- 수저준설토의 오염 특성 파악을 위한 자료 생산과 수저준설토 정화처리 기술과 관련된 핵심요소기술 개발을 병행하여 정화 기준 마련은 물론 정화 처리의 효율을 평가할 수 있도록 추진하여 연구개발 사업의 실효성을 극대화 할 수 있도록 추진

추진전략 3

조건의 다양성을 고려한 최적화 적용 가능성 극대화

- 처리 기술의 모듈화 공정을 통해 대상에 따른 정화 처리 조건의 최적화 및 국내 연안의 지형적 여건의 제약을 최소화 할 수 있는 기술 개발을 핵심으로 함

추진전략 4

기술이전 및 상용화를 목표로 한 실용적 연구개발

- 본 연구사업을 통한 기술 개발의 실용화를 위한 기술이전 및 상용화 가능성을 고려한 위탁 연구 추진

추진전략 5

융복합기술을 이용한 협력형 연구개발 추구

- ET, MT, BT 등 융합기술 협력체계 구축 활용
- 산학연의 다학제간 협력

7.2.1 정책수립 연계전략

- 수저준설토 정화 및 유효활용을 위한 제도적 기반 마련
- 연구결과를 반영한 정책 수립을 통해 유효활용 기술의 상용화 추진

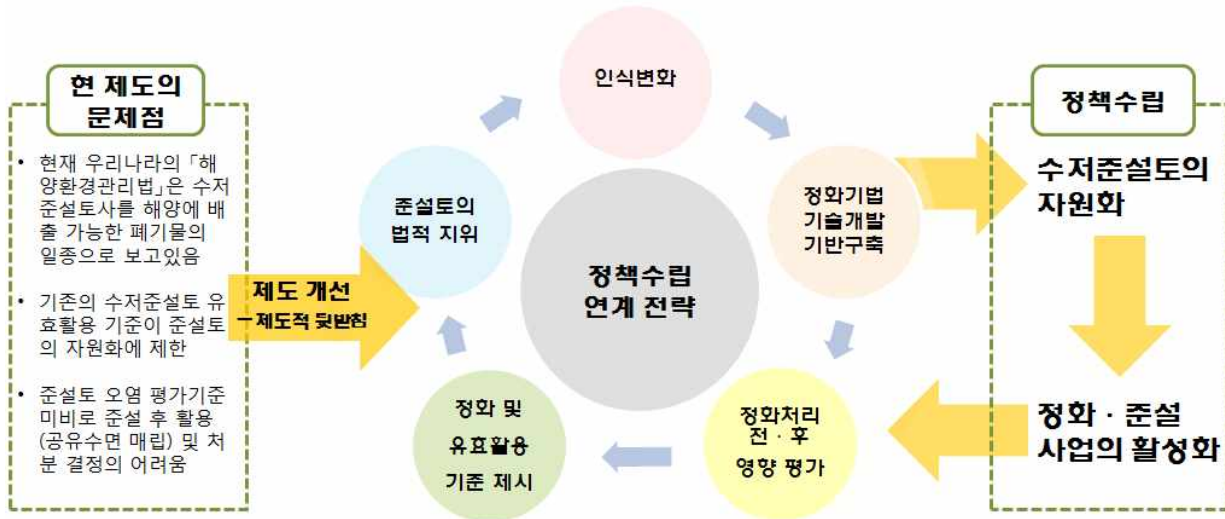


그림 7.3 정책수립 연계전략

7.2.2 핵심요소기술 개발 연계전략

- 각 요소기술간 연계를 통한 연구성과 획득 전략

		기술명				
		오염물질 분석기법	생태 및 환경 영향 평가 기법	수저준설토 정화기술	수저준설토 재생기술	유효활용 소재개발 기술
기술명	오염물질 분석기법	-	-	-	-	-
	생태 및 환경 영향 평가 기법	정화 대상 기준 설정 및 신속한 의사결정	-	-	-	-
	수저준설토 정화기술	정화기술의 최적화	환경을 고려한 정화 기준 제시	-	-	-
	수저준설토 재생기술	위해물질을 고려한 재생기술개발	재생기술의 안전성 평가	재생기술을 고려한 정화 기술 제시	-	-
	유효활용 소재개발기술	소재의 안전성평가	소재의 환경성 평가	정화시스템과의 연계를 고려한 소재의 개발 기법	다양한 소재의 개발	-

7.2.3 상용화 전략

- 수저준설토를 유용화하기 위한 정화 기술 및 재생기술을 상용화함으로써 관련 기술에 대한 주권을 확보하고 동시에 준설토의 자원화 할 수 있는 기반을 마련
- 기술이전을 통한 관련 산업의 활성화 도출

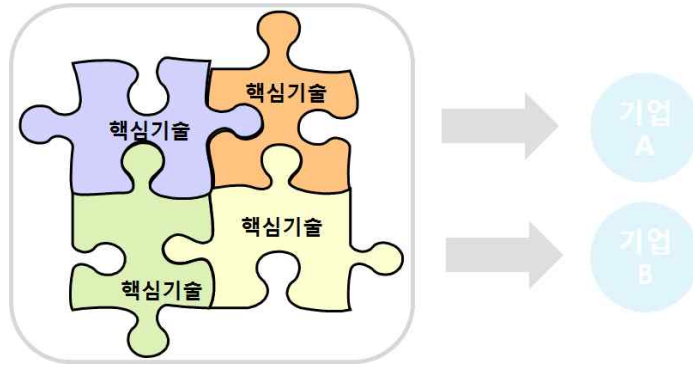


그림 7.4 상용화 추진 전략

7.2.4 산학연 연계전략

- 기술 및 인프라 경쟁력 확보를 위한 산학연 연계
- 산학연 연계를 통한 협동 연구 체제 구축을 기반으로 하여 실용화 연구 추진

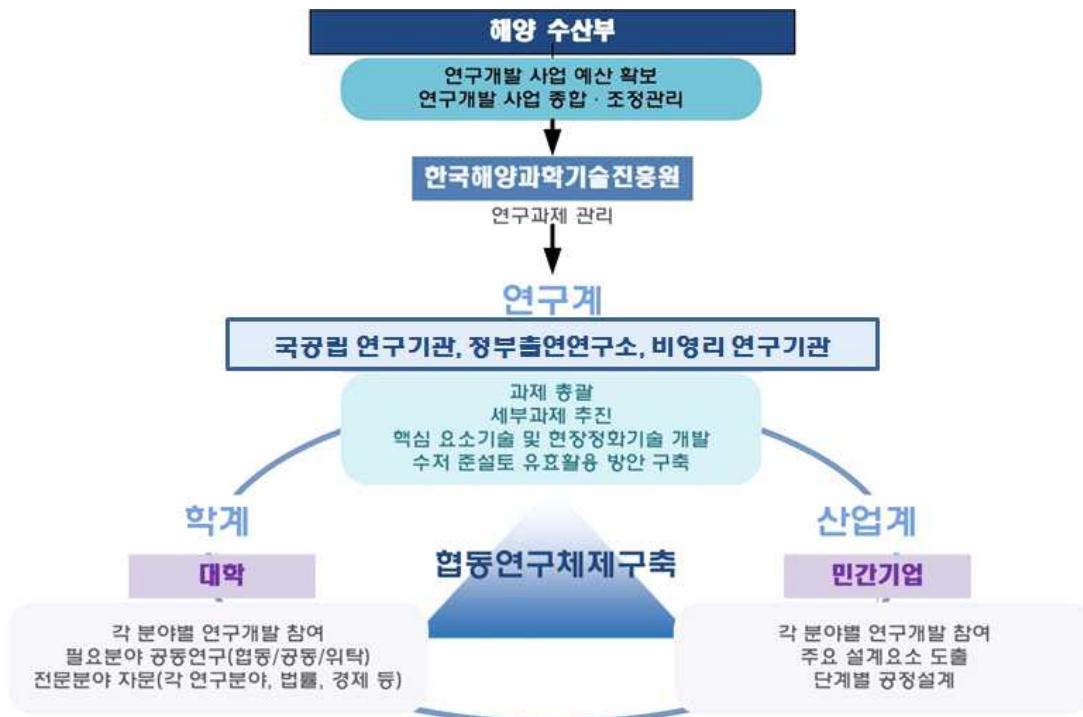


그림 7.5 산학연 연계 추진 전략

7.3 최종 연구성과물 및 성과목표

- 연구성과물

- 유효활용을 위한 수저준설토 평가 표준지침(안)
- 정화 타킷 물질 인벤토리
- 오염물질 분석 및 환경영향평가를 위한 표준작업절차서(SOP)
- 수저준설토 정화처리 및 유효활용 기준 및 평가기법
- 타킷 물질에 대한 최적화 공정
- 정화(모듈)시스템
- 재생기술 관련 프로파일
- 경제성이 확보된 수저준설토 재생기술
- 수저준설토를 이용한 친환경 건설재료 기술 및 재료
- 고품화 기술을 이용한 수저준설토 재생기술 및 제품

- 연구개발 과제의 성과 목표로 다음을 제시

- 관련 제도 개선(안)
- 원천 기술 관련 국내외 연구 논문 발표
- 기술 관련 특허 출원 및 등록
- 기술이전 등의 상용화
- 기술 개발 연구를 통한 인력 양성

제 8장 과제 제안 요구서 (Request for proposal, RFP)

세부사업	해양환경기술	기술분야	요인평가
과제명	수저준설토 유효활용을 위한 정화기술 개발 및 재생 기반 조성 연구		
연구기간	5년('17-'21)	예상정부지원액(당해년도)	90억(10억)

가. 연구개발의 필요성

(1) 준설토 유효활용을 통한 가치창조의 시급성

'00년부터 '13년까지 공유수면 발생 수저준설토는 연평균 42개소에서 25.1백만 m^3 (사업비 평균 15.2백억 원)로서 10년간 총량이 서울 남산(약 5백만 m^3)의 약 5배에 해당하며 이 물량의 약 89%가 매립, 약 4.6%가 해양배출로 처분됨(해양수산부 항만국 항만개발과, 2014)

국제적으로 수저준설토는 폐기물이 아니라 적절한 정화나 가공처리를 거쳐 자원으로 활용될 수 있는 물질로 간주됨

※ 현재 우리나라의 「해양환경관리법」은 수저준설토사를 해양에 배출 가능한 폐기물의 일종으로 보고 있으며, 사업장 일반폐기물로 분류되어 「폐기물 관리법」상의 폐기물 규정이 적용될 가능성이 있음

수저준설토사 해양배출량은 연평균 254천 m^3 ('99년 ~ '14년)에 달하고 있음. 최근 해양환경 보전을 위한 국내외 제도개선 및 환경 기준의 강화되고 있음. 우리나라는 런던의정서 및 런던협약의 가입 당사국으로서 국제법/조약을 국내법과 동일한 수준으로 준수할 의무가 있으므로 수저준설토사의 해양배출량을 최소화 할 필요가 있음

※ 2016년 폐기물 해양 배출 전면 금지. 수저준설토는 유일하게 남은 배출 허용 품목

현재까지 퇴적물이 오염되지 아니하였다는 가정으로 수심유지, 항만개발 등 공학적 이용 목적의 준설 사업이 추진되어왔으나 환경관리가 미비하고 정화기술이 개발, 적용된 사례가 거의 없음

전국 연안 27개 오염우려 해역에서 오염퇴적물을 분포 현황을 조사, 평가한 결과 조사 해역의 약 78%해역인 21개 해역에서 시급한 정화가 필요한 것으로 파악되었음

※ 27개 해역(국가관리 해역 대비 4.3%)

※ 최소 8백만 m^3 , 최소 8천 4백억 원~1조원 이상 소요 예상(처리단가 105천 원/ m^3)

준설토 투기장은 항만기본 계획(매 5년), 공유수면매립기본계획(매 10년) 수립 시 조성계획이 반영되며, 투기장 조성에 약 5~7년(타당성 검토/예산 확보/실시설계/호안축조 등 조성(3~5년))이 필요하며 최소 수백억 원 이상 예산이 투입됨

수저준설토 유효활용을 위한 최종처분장 확보에 어려움 발생

- 처분장 조성에 있어 사회적 마찰(투기장 조성 애로, 잔류 수토량 감소, 민원 발생 등)

현재까지 준설토사업 전 수저퇴적물의 오염조사를 통한 처리방안의 검토가 포함되어있지 않았음

준설토 오염 평가기준 미비로 준설토 후 활용(공유수면 매립) 및 처분 결정의 어려움

※ 정화기준 미비로 인한 활용 또는 처분 방법 결정의 어려움 발생

(2) 수저준설토 정화기술의 확보 필요

연안지역 오염원 정비 및 관리 미비로 각종 오염물질이 유입되어 퇴적물에 축적되며, 퇴적물에 함유된 유기물, 중금속, 지속성유기오염물질 등 오염물질은 저서생물의 체내에 축적되어 먹이사슬을 통해 전달되어 해양생태계 및 인간에게까지 영향을 줄 수 있음

기존 준설토사업(수심유지/항만개발)은 오염되지 아니하였다는 가정 하에 사업이 추진되어왔으며 환경관리가 미비하였고, 오염에 대한 평가를 하지 않았으며 준설토/이송/고화 이외 관련 정화기술이 없었음

※ 2015년 초 마산항의 항로 증심을 위해 준설토를 준설토를 해양신도시 건설현장에 투기하여 매립재로 이용하려는 마산지방해양항만청의 사업이 '수저준설토사 유효활용 기준' 때문에 난항을 겪은 사례가 있음

수저준설토의 물리 화학적인 특성을 고려한 최적화된 정화 기술의 부재

※ 정화기작이 유사한 오염토양 정화기술(입자분리, 세척 등)을 일부 수정 및 보완하여 적용을 시도하는 단계

※ 그러나, 미사질, 점토질의 비율이 토양은 5-10% 인데 비하여 수저퇴적물은 70%~90%를 차지하여 그 물리적 특성이 상이함

오염도 저감 만이 아닌 수저준설토의 유효활용을 위한 정화기술의 연구가 없었으며 및 국외 기술 의존성이 큼

※ 국내 연안환경에 적합한 오염물질 정화 및 정화산물의 유효활용이 가능한 기술을 개발하고, 모듈화 하여 준설토사업 현장에 보급할 필요가 시급함

(3) 유효활용을 위한 제도 개선 및 재생기술 개발의 필요성 대두

기존의 수저준설토 유효활용 기준이 준설토의 자원화를 제한하는 요소임

- 양빈 사례에 한정

- 총량법을 기반으로 한 오염도 기준
- 수저준설토유효활용 사용목적과 사용하려는 최종목적 장소의 기준과 상충되어 혼란의 여지가 있음
 - 수저준설토 자원화 기술의 부재
- 처리 기술 개발을 통한 유효활용 기술 개발 연구가 필요
 - 준설토 자원화를 통한 경제적 이득 창출을 통해 준설 사업의 국지적 마찰 해소
- ※ 미국 오대호 생태계 복원사업의 경우 정화와 생태계 복원 등 사업투자 비용이 270억 \$이었으나 이 사업을 통한 경제적 이득은 단, 장기적으로 80~1,000억 \$이 창출된다고 보고함(브루킹스 재단, 2007)
 - 다양한 유효활용 목적별 기준제시를 통해 해양환경 개선 및 준설사업 투입 예산 대비 창출효과를 극대화 할 필요

(4) 현장정화처리 시스템 구축의 시급성

준설 후 이송 및 처리과정에서의 탁도 발생 등 2차 오염으로 인한 환경영향 감소 및 사회적 갈등(예: 어촌계와 마찰, 민원발생 등) 해소 필요

준설토투기장 조성 및 투기 후 관리 미비로 인한 사회적 마찰 및 환경 문제 대두 (현장정화를 통한 준설토 처리 및 관리에 용이)

- ※ 부산신항 준설토투기장 유해 해충(깔따구)사건 피해보상 관련 사회적 갈등이 야기된 바 있으며 이로 인한 국가 예산이 소비됨- 유기물이 다량 함유된 수저준설토를 준설토 투기장에 처분(연안매립)하여 준설토 투기장 내 부영양화로 악취문제 및 해충 창궐(민원 발생)

→ 준설토투기장 환경관리 방안 마련 필요

나. 연구개발 현황 및 수준

(1) 수저준설토 유효활용 관련 법제 미비

퇴적물·오염퇴적물, 준설물질, 준설 및 처리 등에 대한 기본 개념조차 정립되어있지 않으며 준설 및 처리 등에 대한 구체적인 지침이나 기준이 미비한 실정

수저준설토는 폐기물이 아님에도 임의로 폐기물로 간주하여 처리하는 사례가 빈번하므로 제도 정비 필요

- ※ 런던의정서/협약에는 준설물질(Dredged materials)은 기타 물질로 규정되어 있으며, 우리나라가 가입한 국제조약은 국내법과 동등하게 준수할 의무가 있음 → 준설물질은 폐기물 아님

오염되지 않았다는 가정 하에 기존의 준설사업이 추진되어왔으며 준설 과정에서 이에 대한 오염 정도를 평가하는 기준이 마련되어있지 않음

- 따라서 이를 정화처리 하여 이용하는 기술 개발 사례가 없었음

「해양환경관리법」을 비롯한 현행 법제에서 준설토의 유효활용 등에 대한 기본적인 관리 및 처리방안을 적절히 제시하지 못하고 있음

- 일률적인 폐기물 처리는 자원의 낭비와 육상매립으로 인한 2차 오염의 우려가 있음

※ 유효활용 기준이 전함량법 기준으로 제시되어 있어 다양한 방법에서의 활용이 제한되며, 준설토 처리기술(고형화/안정화) 활용에 애로 발생

유럽 등 선진국에 비해 준설토의 유효활용 비율이 현저히 낮음

※ 우리나라는 투기장, 해양매립, 재활용의 비율이 각각 약 81%, 9%, 10%인데 반해 유럽의 경우 18%, 27%, 55%로 준설토는 매립재료, 기능성 건설재료, 제방공사의 소재 등으로 유효활용 되고 있음

(2) 수저준설토 정화처리 분야의 기술 개발 필요성 및 국내 기술 미약

수저준설토 유효활용을 위한 현장 정화 분야와 관련된 기술은 현재까지 연구 개발된 사례가 없음

오염 토양 정화기술을 수정 보완하여 적용하고 있으나 수저퇴적물의 상당부분이 세립질임을 고려하였을 때 최적화 된 정화기법의 개발이 시급함

- 정부의 공공수역 준설 계획의 확대되고 있으나 대량 발생되는 수저준설토 (준설물질(약 5,000 m³/h)의 처리 및 활용에 있어 수저준설토에 최적화 된 정화처리기술이 요구됨

- 수저준설토의 입경이 작아질수록 표면적이 증가하여, 물리적, 화학적 결합 가능성의 증가로 오염도가 높아짐

- 토양분야의 정화처리 기술을 일부 적용하여 정화사업에 활용하고 있으나 수저준설토의 미사질, 점토질 함유량은 준설물질의 약 10~30%, 해양오염퇴적물의 약 70~90%으로 토양(5~10%) 보다 세립질이기 때문에 수저퇴적물에 최적화된 정화기술이 요구됨

- 공간의 제약을 최소화하기 위한 모듈화기술 및, 기존 육상 오염토양 정화 또는 준설사업 현장에서 사용되는 수력 사이클론 등 입자분리 기술을 기초로 하여 대용량으로 발생하는 준설물질의 정화 처리 공정의 효율을 높이기 위한 입자분리(예: 다단, 수력 사이클론) 기술개발이 필요함

중앙정부(해양수산부)는 해양오염퇴적물 정화사업 추진의 활성화를 위해 해양수산 R&D과제로 “지속가능 해양오염퇴적물 정화기술 개발: 피복 및 현장 처리기술”을 추진하고 있음

- 피복(In-situ capping)소재 및 시공 기술 개발

- 주로 유기물(부영양물질)로 오염된 수저퇴적물을 수거(준설)하는 현장에서 적용할 수 있

는 처리기술 개발

→ “수저오염퇴적물 정화처리 시스템” 기술이전, 한국해양과학기술원, 2015.10.27.

관련기술 분야의 특허 확보 증가 등 기술 개발의 필요성이 요구되는 환경이 구축되고 있으나 일본을 비롯한 주요 선진국에 비해 기술 선점이 늦으며 해외 기술 의존도가 높은 상황임

정화시장의 패러다임 변화: 현장 정화처리기술

- 국외에서는 2차 오염 방지 및 경제성을 고려한 현장 정화처리 연구가 수행 중
- 독일에서는 현장에서 수거, 바지선에서 중간처리 후 현장으로 되돌려 놓는 기술을 개발, 파일롯 장비 시범운영을 거쳐 현장 적용단계에 있음(독일 Metha 입자분리 플랜트)

(3) 수저준설토 유효활용 소재 및 재생기술 연구의 부족

해외의 경우 준설토 활용에 대한 연구가 활발함

- 미국의 GTIE사, WS&T사에서 준설토 내 미립토의 중금속을 대상으로 유리화, 고품화률 이용한 퇴적물 처리기술이 상용화 단계에 있으며 기술 개발에 적극적인 자세를 취하고 있음
 - 미국의 Biogenesis사에서는 현재 미립토 세척을 위한 고압분사 세척기술이 상용화 단계에 있음
 - 독일 Metha 입자분리 플랜트
 - 일본 쿠시로 항, 기타큐슈 공항: 준설토를 매립소재로 이용한 예
- 정화된 수저준설토의 자원화 소재 개발 연구의 부족
- 오염 준설토의 상당 부분이 세립질로 구성되어있어 건설재료로 유효활용하기 어려움

다. 연구개발 연차별 목표 및 내용

(1) 최종목표

준설사업 과정에서 사회적, 경제적 마찰을 해소하기 위하여 수저준설토 유효활용을 목적으로 한 정화모듈 및 재생기술을 개발하고 수저준설토 유효활용 기반 조성 연구를 통한 상용화 추진

(2) 주요개발내용

기술개발을 위한 제도적 검토 및 기준 마련

- 수저준설토 유효활용 관련 법제도 개선(안)(법/령/규칙/고시 포함) 개발

- 수저준설토 오염물질 프로파일 구축 및 정화대상 물질 선정
- 수저준설토의 중금속 · 잔류성유기오염물질 표준평가방법 개발
- 수저준설토 생태계 영향 평가기법 및 지침서 개발
- 정화처리 기준 설정 지침서 개발
- 정화 처리 의사결정 도구 개발
- 유효활용을 위한 의사결정 도구 개발
- 유효활용을 위한 수저준설토 환경 관리 세부 지침 개발

수저준설토 유효활용을 위한 정화기술 개발

- 정화 기작(Mechanism) 및 정화 처리기술 모듈화 공정 개발
- 중금속 및 잔류성유기오염물질(POPs) 정화공정 개발 및 최적화
- 정화 처리기술 공정 설계(개념/상세/모듈화/상용규모)
- 최적 정화 공법 선정 의사결정도구 개발
- 정화공정 성능 평가 방안 개발
- 정화기술의 경제성 평가
- 정화 처리 전후, 생태계유해성 및 환경영향평가 방안 개발

수저준설토 유효활용 재생기술 개발

- 재생기술 공정 개발 및 설계
- 유효활용 소재 개발
- 정화산물의 입도에 따른 소재 선정에 대한 기준 제시
- 재생기술 성능평가 및 최적화
- 유효활용을 위한 재생 기술 선정 의사결정 도구 개발
- 유효활용 소재의 제품 생산 기술 개발
- 유효활용 소재의 실용화 방안 구축
- 유효활용 제품 규격 및 물성 평가 기법 개발
- 재생기술의 환경성 평가 기법 개발
- 재생기술의 경제성 평가

(3) 연차별 목표

연차	목표
1차년도 (2017)	<p>수저준설토 관련 법·제도 검토 및 기준 마련</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수저준설토 내 오염물질 프로파일 구축 및 정화 기준안 마련 - 수저준설토 관련 법·제도 정비 방안 초안 개발 - 기술개발의 경제성 평가 <p>수저준설토 유효활용 정화기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 실시간, 대용량 수저준설토 분리 기술 기초 개발 - 중금속 및 잔류성유기오염물질 정화 기작(Mechanism) 개발 - 수저준설토 처리 과정 및 처리 산물에 의한 환경영향 조사 <p>처리기술 공정 설계</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국·내외 수저준설토 현장 정화 관련 기술 조사 및 주요 설계 요소 도출 <p>수저준설토 유효활용 기반 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> - 유효활용 소재 개발 - 재생기술 공정 개발 및 설계 - 재생기술의 경제성 평가
2차년도 (2018)	<p>수저준설토 관련 법·제도 검토 및 기준 마련</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수저준설토의 중금속·잔류성유기오염물질 표준평가방법 개념설계 - 수저준설토 생태계 영향 평가 방안 개념설계 - 정화 처리 기준 개발 - 유효활용을 위한 의사결정 도구 개발 - 유효활용을 위한 수저준설토 환경 관리 세부 지침 개발 <p>수저준설토 유효활용 정화기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 실시간, 대용량 수저준설토 분리 기술 개발(Lab. scale) - 중금속 및 잔류성유기오염물질 정화 공정 개발(Lab. scale) - 수저준설토 처리 과정 및 처리 산물에 의한 환경영향 조사 <p>처리기술 공정 설계</p> <ul style="list-style-type: none"> - 처리기술 공정 개념설계 <p>수저준설토 유효활용을 위한 재생기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 유효활용 소재 개발(계속) - 재생기술 공정 개발 및 설계(계속)
3차년도 (2019)	<p>수저준설토 관련 법·제도 검토 및 기준 마련</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수저준설토의 중금속·잔류성유기오염물질 표준평가방법 개발 - 수저준설토 해양환경 및 생태계 영향 평가 방안 기법 개발 - 수저준설토 정화 의사결정 도구안 확립 - 수저준설토 유효활용 의사결정 도구안 확립 <p>수저준설토 유효활용 정화기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 실시간, 대용량 수저준설토 분리 기술 개발(Pilot scale) - 중금속 및 잔류성유기오염물질 정화 공정 개발(Pilot scale) <p>처리기술 공정 설계</p> <ul style="list-style-type: none"> - 처리기술 공정 상세설계 <p>수저준설토 유효활용 기반구축 및 재생기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - 유효활용 소재 개발(계속) - 소재의 성능평가 및 실용성 확인 - 재생기술 공정 개발 및 설계(계속)

<p>4차년도 (2020)</p>	<p>수저준설토 관련 법·제도 검토 및 기준 마련</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수저준설토의 중금속·잔류성유기오염물질 표준평가방법 실증 - 수저준설토 해양환경 및 생태계에 미치는 영향 평가 방안 기법 실증 - 개발된 정화기술의 경제적 가치 평가 - 법제화 자문 및 지원 <p>수저준설토 유효활용 정화기술 최적화 및 기술 기초 시험</p> <ul style="list-style-type: none"> - 정화 처리기술 공정의 최적화 기초 시험 - 정화 처리기술 실증(안) 개발 <p>처리기술 공정 설계</p> <ul style="list-style-type: none"> - 처리기술 공정 모듈화 설계 <p>수저준설토 재생 기술 최적화 및 기술 기초 시험</p> <ul style="list-style-type: none"> - 재생기술 공정의 최적화 기초 시험 - 재생 산물 평가(규격, 물성, 성능 및 가치) 방안 개발 - 재생기술 실증(안) 개발
<p>5차년도 (2021)</p>	<p>수저준설토 관련 법·제도 검토 및 기준 마련</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수저준설토의 중금속·잔류성유기오염물질 표준평가방법 지침서(안) 제안 - 수저준설토 해양환경 및 생태계에 미치는 영향 평가 방안 지침서(제안) - 수저준설토 정화 및 유효활용 의사결정기법지침(고시안) 제안 - 법제화 자문 및 지원 <p>수저준설토 유효활용 정화기술 최적화 및 기술 실증</p> <ul style="list-style-type: none"> - 정화 처리기술 공정의 최적화(계속) - 정화 처리기술 실증 및 상용화(기술이전) <p>처리기술 공정 설계</p> <ul style="list-style-type: none"> - 처리기술 공정 상용규모 설계 <p>수저준설토 재생 기술 최적화 및 기술 실증</p> <ul style="list-style-type: none"> - 재생기술 공정의 최적화(계속) - 재생기술 실증 및 상용화(기술이전) <p>수저준설토 유효활용을 위한 재생공정 Pilot-장치 구현</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수저준설토 재생기술 시험 (중간처리, 최종처분, 유효활용 포함)

라. 연차별 성과 목표 및 판정 기준

연차	논문 (비SCI/SCI)	특허 (출원/등록/국제)	상용화 (기술이전)	기타
1차년	4 / 2	0/0/0	-	1) 제도개선(안) (법/령/규칙/고시/지침) 2) 수저준설토 평가 방법 등
2차년	5 / 5	2/0/0	-	
3차년	5 / 5	3/3/1	-	
4차년	5 / 5	3/3/1	-	
5차년	5 / 5	3/2/0	2	

※ 제도개선 예: “수저준설토 유효활용기준 등 규정”, 해양수산부고시 제2013-220호, 2013.9.10. 개정(안) 제시 등

→ 다양한 목적별 유효활용 방안 설정 및 관련 환경기준 보완 필요

※ 본 과제는 “실용화 과제” 이므로 상용화 즉, 기술이전 2건 이상인 경우 성공으로 판정(국제특허 2건 포함)

마. 중점 연구 소요기간 및 예상정부지원액

총 90억 원/5년

사업 추진 연도별 정부지원액

- 수저준설토 유효활용 정화기술개발 및 유효활용 기반 연구 (3년)
- 개발 기술 최적화 및 기술 실증 (2년)

사업 별 정부지원액

- 유효활용을 평가기법 및 의사결정 도구 개발(기술개발, 최적화, 실증): 18.65억 원
- 수저준설토 유효활용 정화처리 시스템 구축 (기술 개발, 최적화, 실증): 56.85억 원
- 수저준설토 재생 및 유효활용 기술개발 (시범 사업): 14.50억 원

※ 총 소요예산: 90억 원

※ 중점 연구별 소요 기간 및 연도별 세부 예산 (천원)

	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	과제별 예산
세부1	225,000	450,000	440,000	400,000	350,000	1,865,000
세부2	665,000	1,180,000	1,220,000	1,240,000	1,380,000	5,685,000
세부3	110,000	370,000	340,000	360,000	270,000	1,450,000
연차별 소요 예산	1,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	9,000,000

바. 연구결과의 기대효과

수저준설토 유효활용을 위한 관련 법령 정비

- 법제 환경 개선(환경기준, 고시, 지침 보완)

※ 예) 수저준설토사유효활용기준

- 법령 정비를 통한 관련 산업의 활성화(기술경쟁력 확보 및 경제성 증대)

최적화 정화기술 및 유효활용을 통한 국가 예산 절약

- 수저준설토 중간처리 과정에 소요되는 예산 절감
- 수저준설토처분장 조성비용 절감을 통한 국가 예산 확보

준설사업 및 해양오염퇴적물 정화사업 촉진에 따른 해역의 부가가치 증대

- 사회적 문제(준설 및 정화 사업 현장의 어민, 처분장 조성에 있어 사회적 마찰) 방지를 통한 준설 및 정화 사업 원활한 진행 보장
- 기존의 준설토투기장의 사용주기 연장
- 연안 해양 환경 개선을 통한 관광, 레저, 산업 활성화 등 경제적, 산업적 부가가치 향상
- 해양의 심미적 가치의 보존

수저준설토 유효활용을 위한 정화기술 국제적 경쟁력 확보

- 정화 및 재생 기술 산업분야로의 기술이전을 통한 정화기술의 선진화와 일자리 창출(준설/해양오염퇴적물 정화/토양 정화시장의 활성화)
- 해외 관련 시장 확보(중국, 동남아시아 등)
- 해외로의 기술이전을 통한 전 지구적 차원의 환경개선 기여 및 그린코리아로서의 기상확립
- 과학기술축적을 통한 해양과학기술 역량 강화

유효활용 재생기술의 상용화

- 준설 사업 분야에서의 경제성 증대 및
- 이익창출을 통한 지역 환경·사회 문제 해결
- 환경 문제 발생 저감을 통한 세계 환경 문제 개선 움직임에 선도

사. 기타

매년 연구결과 평가 및 연차실적 계획서 제출
 과제설명회, 워크숍, 중간 진도점검회의 시행
 관련 분야 기관 및 전문가 의견 수렴 및 연구 추진에 반영
 주무 부처(해양수산부) 의견을 연구 추진에 반영

참 고 문 헌

- 1] 해양오염퇴적물 정화복업사업 추진을 위한 실무 지침서, 2010. 10, 국토해양부(현 해양수산부)(연구기관: 한국해양과학기술원)
- 2] 해양환경관리법 제 18조(해양환경개선조치) 제 1항의3호 “오염된 퇴적물의 수거”
- 3] 해양오염퇴적물 조사 및 정화복원 범위에 관한 규정, 해양수산부고시 제 2013-206호, 2013.8.30
- 4] 수저준설토사 유효활용기준 등 규정, 해양수산부고시 제2013-220호, 2013.9.10
- 5] 대법원 2006. 5. 11. 선고 2006도631 판결(횡배수관 관로준설공사를 시행한 후 발생하는 토사가 폐기물에 해당하고, 피고인들이 설령 유실된 고속도로의 법면 보수공사에 사용하려 하였다 하더라도 폐기물로서의 성질을 상실하지 않는다고 한 사례)
- 6] 대법원 2011. 5. 26. 선고 2008도2907 판결. 이 판결에서 문제가 되고 있는 ‘폐토사의 굴착행위’는 토양의 준설로 볼 여지도 있는바, 법원은 준설된 토양(준설토사)의 법적 지위에 대하여 명쾌한 답을 주고 있지 않다. 법원의 추론에 따를 경우 준설토사는 동산으로서 ‘물질’에 해당되어 폐기물로 볼 여지가 있기 때문이다. 한편, 법원의 “오염토양은 법령상 절차에 따른 정화 대상이 될 뿐 법령상 금지되거나 그와 배치되는 개념인 투기나 폐기 대상이 된다고 할 수 없다”는 판시는 법규의 해석을 통한 논리적 귀결이 아니라 오염토양의 정화 필요성을 강조하는 일종의 정책의 방향성을 제시하는 결론이라 할 수 있다
- 7] 중금속 및 지속성유기오염물질 오염 수저준설토 유효활용을 위한 현장 정화기술 특허동향보고서 2016.1.(한국지식재산전략원/해양수산부 해양수산연구기획사업)(연구기관: 특허법인 태웅)
- 8] 해양환경감시 평가기술: 연안 저서환경 건강성평가 기술, 1998. 환경부(연구기관: 서울대학교)
- 9] 인공호수(주암댐) 내 중금속의 분포와 집적에 관한 전과정 평가. 2004. 과학기술부(연구기관: 한국지질자원연구원)
- 10] 잔류성유기오염물질(POPs)측정·분석방법 연구(1). 2006. 환경부(연구기관: 국과학기술연구원)
- 11] 연안오염저질의 재부유원인과 생태학적 영향
- 12] 중금속 오염 준설토의 재활용을 위한 고품화/안정화 기술 개발 2009. 중소기업청(연구기관: 부산대학교)
- 13] 부산지역 하천 오염 준설 퇴적토의 정화처리 방법 개발 2010. 환경부(연구기관: 경성대학교)
- 14] 연안어장 준설퇴적물내 함유된 유기물 및 중금속 환경친화적 처리기술 개발 2005. 해양수산부(연구기관: 한국해양대학교)
- 15] 양질의 농업용수 확보를 위한 융복합수처리 기술 개발 및 적용 2014. 농림수산식품부(연구기관: 한국농어촌공사 농어촌연구원)
- 16] 미세기포와 분리막 내장형 배양조를 이용한 호소수의 조류제거 기술 2013. 중소기업청(연구기관: 가천대학교 산학협력단)
- 17] 퇴적물 환경질 평가 체계 구축-담수퇴적물 독성 평가 체계 설계를 중심으로 2014. 환경부(연구기관: 국립환경과학원)

- 18] 중금속 오염 감시를 위한 저서생물 체내 생체지표의 활용-시화호를 중심으로 2007. 환경부(연구기관: 한양대학교)
- 19] 해양준설토와 슬래그를 활용한 친환경 콘트리트 개발 2012. 교육과학기술부(연구기관: 경남과학기술대학교)
- 20] 해양준설토 재이용을 위한 친환경 고화처리시스템 개발 2013. 해양수산부(연구기관(주) 신대양)
- 21] 석탄바닥재를 이용한 기능성 건설재 제조 및 토목공학적 특성 평가 2012. 교육과학기술부(연구기관: 경기대학교)
- 22] 탄산수 세척기법을 이용한 중금속 오염토양 정화기술 개발 2011. 중소기업청(연구기관: 대전대학교 산학협력단)
- 23] 해양오염퇴적물 정화복원사업 추진을 위한 실무 지침서, 국토해양부(현 해양수산부), 2010.10.(연구기관: 한국해양과학기술원)
- 24] Determining recovery potential of dredged material for beneficial use, U.S. Army Engineer Research and Development Center, 2000.
- 25] Soil washing for metal removal: A review of physical/chemical technologies and field applications, G. Dermont, et al, Journal of Hazardous Materials 152, pp1-31, 2008.
- 26] An evaluation of technologies for the heavy metal remediation of dredged sediments, Journal of Hazardous Materials, 85(1-2), 145~163, 2001.
- 27] Feasibility of present soil remediation technologies in KOREA for the control of contaminated marine sediment: heavy metals, K. Kim et al., Journal of Korean Society of Environmental Engineers, 1069-1079, 2010.
- 28] Treatability of heavy metals in washing technology of marine sediments contaminated with organic matter, K. Kim et al., Journal of Korean Society of Environmental Engineers, 36(120), 851-857, 2014.

부 록

부록 목차

1. 세부과제 RFP	1
2. 자문위원회 회의록	19
2. 연구기술개발 설문조사	33

1. 세부과제 RFP

명	1세부과제: 수저준설토 유효활용을 위한 표준평가지침 및 기준제시				
(1) 목표	<p>수저준설토의 유효활용을 위한 기준 및 새로운 가치창조를 위한 제도 개선 이를 통한 해양오염퇴적물 준설·정화사업의 활성화 및 수저 준설토의 자원화 추진</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국내·외 수저준설토 프로파일 구축 - 수저준설토 유효활용을 위한 유해물질(중금속, 잔류성 유기오염물질)평가 기법 개발 - 수저준설토 생태계 영향 평가 기법 구축 - 유효활용을 위한 수저준설토 평가 표준지침(안) 마련 및 정화 타깃 물질 우선순위 결정 - 수저준설토 정화 및 유효활용 의사결정기법(고시안) - 수저준설토 정화 및 유효활용을 위한 평가지침서(안) 				
(2) 연구개발 필요성 및 기술동향	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center; vertical-align: middle;">연구개발의 필요성</td> <td style="padding: 5px;"> <p>현행 법제에서는 수저준설토의 준설 및 처리 등에 대한 기본적인 관리 및 처리방안을 제시하지 못함</p> <p>현재까지 퇴적물이 오염되지 않았다는 가정 하에 수심유지, 항만개발 등 공학적 이용 목적의 준설 사업이 추진되어왔기 때문에 수거된 수저준설토에 대한 오염 현황 조사와 정화 기준 및 환경 관리가 미비함</p> <p>준설토투기장 추가 조성에 있어 사회적 마찰 발생(신종 투기장 조성 애로, 잔류 수토량 감소, 해충으로 인한 민원 발생 등)가능성이 많음</p> <p>현재까지 준설사업 전 수저퇴적물 오염조사를 통한 처리방안의 검토가 포함되지 않았음</p> <p>『수저준설토 유효활용 기준 등 규정』(해양수산부 고시 제 2013-220호)이 있으나, 오히려 준설토의 자원화와 처분 결정에 어려움을 야기함</p> <ul style="list-style-type: none"> - 현재 수저준설토 유효활용 사례는 양빈에 한정 - 총량법을 기반으로 한 오염도 기준 - 사용목적과 사용하려는 최종목적 장소의 기준과 상충되어 혼란의 여지가 있음 </td> </tr> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center; vertical-align: middle;">기술동향</td> <td style="padding: 5px;"> <p><국내></p> <p>항만의 수심유지, 개발 등에 대한 목적으로 연간 많은 양(약 2천6백만 m³)의 수저준설토가 발생되나, 오염되지 않았다는 가정 하에 정확한 오염에 대한</p> </td> </tr> </table>	연구개발의 필요성	<p>현행 법제에서는 수저준설토의 준설 및 처리 등에 대한 기본적인 관리 및 처리방안을 제시하지 못함</p> <p>현재까지 퇴적물이 오염되지 않았다는 가정 하에 수심유지, 항만개발 등 공학적 이용 목적의 준설 사업이 추진되어왔기 때문에 수거된 수저준설토에 대한 오염 현황 조사와 정화 기준 및 환경 관리가 미비함</p> <p>준설토투기장 추가 조성에 있어 사회적 마찰 발생(신종 투기장 조성 애로, 잔류 수토량 감소, 해충으로 인한 민원 발생 등)가능성이 많음</p> <p>현재까지 준설사업 전 수저퇴적물 오염조사를 통한 처리방안의 검토가 포함되지 않았음</p> <p>『수저준설토 유효활용 기준 등 규정』(해양수산부 고시 제 2013-220호)이 있으나, 오히려 준설토의 자원화와 처분 결정에 어려움을 야기함</p> <ul style="list-style-type: none"> - 현재 수저준설토 유효활용 사례는 양빈에 한정 - 총량법을 기반으로 한 오염도 기준 - 사용목적과 사용하려는 최종목적 장소의 기준과 상충되어 혼란의 여지가 있음 	기술동향	<p><국내></p> <p>항만의 수심유지, 개발 등에 대한 목적으로 연간 많은 양(약 2천6백만 m³)의 수저준설토가 발생되나, 오염되지 않았다는 가정 하에 정확한 오염에 대한</p>
연구개발의 필요성	<p>현행 법제에서는 수저준설토의 준설 및 처리 등에 대한 기본적인 관리 및 처리방안을 제시하지 못함</p> <p>현재까지 퇴적물이 오염되지 않았다는 가정 하에 수심유지, 항만개발 등 공학적 이용 목적의 준설 사업이 추진되어왔기 때문에 수거된 수저준설토에 대한 오염 현황 조사와 정화 기준 및 환경 관리가 미비함</p> <p>준설토투기장 추가 조성에 있어 사회적 마찰 발생(신종 투기장 조성 애로, 잔류 수토량 감소, 해충으로 인한 민원 발생 등)가능성이 많음</p> <p>현재까지 준설사업 전 수저퇴적물 오염조사를 통한 처리방안의 검토가 포함되지 않았음</p> <p>『수저준설토 유효활용 기준 등 규정』(해양수산부 고시 제 2013-220호)이 있으나, 오히려 준설토의 자원화와 처분 결정에 어려움을 야기함</p> <ul style="list-style-type: none"> - 현재 수저준설토 유효활용 사례는 양빈에 한정 - 총량법을 기반으로 한 오염도 기준 - 사용목적과 사용하려는 최종목적 장소의 기준과 상충되어 혼란의 여지가 있음 				
기술동향	<p><국내></p> <p>항만의 수심유지, 개발 등에 대한 목적으로 연간 많은 양(약 2천6백만 m³)의 수저준설토가 발생되나, 오염되지 않았다는 가정 하에 정확한 오염에 대한</p>				

	<p>이루어지고 있지 않은 채로 활용되거나 적치되는 사례가 많음</p> <p>준설의 필요성과 사례가 증가함에도 불구하고 오염퇴적물·수저준설토의 처리 등과 관련해서 실질적인 관리법제가 없음</p> <p>해양수산부 수저준설토사 유효활용 기준 등 규정(해양수산부 고시 제 2013-220호) 제2조의 2에 오염도 기준이 마련되어있고, 수저준설토를 해양 배출할 경우 배출적합성 판단하기 위하여 『해양환경관리법』 10조에 의거해 해양환경공정시험기준 내 발광박테리아와 저서성 단각류를 이용한 배출퇴적물을 생태독성시험을 거치도록 제시되어있음</p> <p>해양수산부 연구용역으로 2005년 『연안어장 준설퇴적물 내 함유된 유기물 및 중금속 환경 친화적 처리기술 개발에 관한 연구』(한국해양대학교 수행, 과제 번호 1520000901)가 수행되었으며 결과로 참굴과 가리비를 이용한 준설퇴적물의 재활용을 위한 해양생물 위해성 평가, 개질 처리된 준설퇴적물의 생물위해성 평가 결과 등을 보고한 바 있음</p> <p>< ></p> <p>독일의 경우 준설토 위해성 평가에서 치사 및 아치사, 급성 및 만성 영향을 종합적으로 분석하며 준설토 뿐 아니라 매립 예정 지역의 퇴적물에 대한 영향을 분석하고 있음</p> <p>미국의 경우 다양한 생물종을 대상으로 생물학적 평가를 실시하고 있음</p>
--	---

(3) 내용

<p>연구과제 1</p>	<p><u>연구주제</u>: 수저준설토 내 중금속의 존재형태를 고려한 평가기법 및 기준(안) 개발</p> <p><u>연구개발 필요성</u></p> <p>내 중금속은 여러 형태의 물리적(입자의 크기), 화학적(결합형태) 형태로 존재함</p> <p>중금속은 존재형태에 따라 환경영향 및 자원으로서의 활용성이 상이함</p> <p>수저준설토의 물리·화학적 환경변화에 따른 중3금속의 거동(잠재적 용출과 이동 및 변형)과 위해성을 예측하기 위해 중금속의 존재 형태구명 필수적</p> <p>중금속 존재형태에 따른 오염수저준설토 맞춤형 정화전략 필요</p> <p>▶▶▶ 수저준설토 내 중금속의 존재형태별 특성 및 인벤토리 분석이 요구됨</p> <p><u>연구개발 내용</u></p> <p>중금속 존재형태별 인벤토리 분석</p> <p>- 결합형태 별(무기물, 유기물, 철-망간 화합물, 기반암 등) 오염현황 조사</p>
---------------	--

- 존재형태별 오염현황 정밀 조사
 - 우선대상 중금속 물질 선정 및 중금속 데이터베이스 구축
- 내 중금속의 존재형태를 고려한 오염 평가 기준 제시**
- 수거준설토의 정화 및 유효활용을 위한 중금속 분석을 위한 표준작업절차서
(Standard Operating Protocol, SOP)(안) 마련

연구 성과 목표 (단위, 건수)

	(비SCI)	논문(SCI급)	특허(출원)	특허(등록)	기술이전	기타
1차년	1	○	○	○	○	
2차년	1	○	○	○	○	
3차년	○	○	○	○	○	
4차년	○	1	○	○	○	
5차년	○	1	○	○	○	

연도별 인력 투입 계획 (단위, 명)

	1	2차년	3차년	4차년	5차년	총계
박사급	2	2	2	2	2	10
석사급	1	1	1	1	1	5
원급	1	1	1	1	1	5
총계	4	4	4	4	4	20

연구비 소요 예산 (단위, 천원)

	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	총계
소요예산	105,000	150,000	100,000	70,000	50,000	475,000

2

연구주제: 수거준설토 내 잔류성 유기오염물질(POPs) 및 신종 잔류성 유기오염물질 동시·신속 다성분 분석 기법 개발

연구개발 필요성

해양환경관리법 39조 에 따라 해양수산부에서는 해양생태계 내 신종 잔류성유기 오염물질(POPs) 조사를 수행 중

- 다이옥신을 포함한 12종의 잔류성 유기오염물질(POPs, 2001년 5월에 채택된 스톡홀름 협약에서 결정)에 대한 국내 해양조사는 지속적으로 이루어져왔음
- 그러나 2009년에 추가된 신종POPs에 대한 전반적인 실태 조사가 부족함

주기적으로 유지준설이 이루어지는 국내 일부 항내 퇴적물의 몇몇 신종POPs 오염이 주목할 만한 수준임

유기오염물질(POPs)은 독성·잔류성·생물농축성·강독성 및 장거리 이동성 등의 특성을 가지고 있으며 **할지라도 생태계에 미치는 파급효과가 매우 큼**

산업발달에 따른 계속되는 POPs오염에 대한 신속한 대응책 마련 시 국제적으로 수저준설토 및 연안환경 관리에 대한 자국의 선제적 위치 확립가능

수거 후 오염도 및 상태에 대한 신속한 판단과 유효활용에 대한 판단을 위해 다양한 종류의 잔류성 유기오염물질에 대한 신속·효과적 분석법 개발이 필수적

연구개발 내용

수저준설토 신종 잔류성 유기오염물질 프로파일 구축

잔류성 유기오염물질 신속 동시 다성분 분석법 개발

- GC-MS/MS를 이용한 첨단 분석기법 개발
- QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged and Safe)에 근간한 준설토 내 잔류성 유기오염물질의 신속 전처리 기법 개발

잔류성 유기오염물질 동시 분석기법 시범 적용 및 최적화

잔류성 유기오염물질 분석 표준작업절차서(SOP)마련

연구 성과 목표 (단위, 건수)

	(비SCI)	논문(SCI급)	특허(출원)	특허(등록)	기술이전	기타
1차년	○	1	○	○	○	
2차년	○	1	○	○	○	
3차년	○	1	○	○	○	
4차년	○	1	○	○	○	
5차년	○	1	○	○	○	

연도별 인력 투입 계획 (단위, 명)

	1	2차년	3차년	4차년	5차년	총계
박사급	1	1	1	1	1	5
석사급	2	2	2	2	2	10
원급	1	1	1	1	2	6
총계	4	4	4	4	5	21

연구비 소요 예산 (단위, 천원)

	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	총계
소요예산	50,000	120,000	110,000	110,000	90,000	480,000

연구과제 3

연구주제: 수저준설토 내 입자 크기별 유기물 및 난분해성 유기물

(Non-degradable Organic Compounds) 특성 규명

연구개발 필요성

중 자연유기물(Natural Organic Matter, NOM) 중 난분해성 유기물인 휴믹물질(Humic Substance, HS)은 중금속 및 유기오염물질의 거동에 중요한 역할을 함

수저준설토의 입자 크기와 유기물의 발생원인, 존재형태 등과 같은 특성에 따라 다른 유해오염물질의 존재형태, 흡착정도가 상이함

- 퇴적물 내 오염물질 함유 정도와 특성에 따라 정화 처리 방법이 달라질 수 있음



정화 처리의 효율성 강화와 유효활용을 위해서는 퇴적물 입자 크기와 그에 따른 유기물 및 난분해성 유기물의 인벤토리와 그에 따른 다른 정화처리 기법 제안 필요

연구개발 내용

수저준설토 지화학적 유기물 및 난분해성 유기물 발생원 및 오염 특성 분석

- 수저준설토 입자 크기에 따른 유기물 및 난분해성 유기물 인벤토리 분석
- 유기물 인벤토리와 오염물질과의 연계성 파악

수저준설토 유기물 성상 및 오염 특성 연구

- 수저준설토 입자크기별 유기물 성상 파악(분광 특성, 형광특성, FT-IR, FR-ICR-MS)

수저준설토 유기물인벤토리 및 성상에 따른 정화 처리기법 제안

연구 성과 목표 (단위, 건수)

	(비SCI)	논문(SCI급)	특허(출원)	특허(등록)	기술이전	기타
1차년	○	1	○	○	○	
2차년	○	1	○	○	○	
3차년	○	1	○	○	○	
4차년	1	1	○	○	○	
5차년	1	1	○	○	○	

연도별 인력 투입 계획 (단위, 명)

	1	2차년	3차년	4차년	5차년	총계
박사급	1	2	2	2	2	9
석사급	2	2	2	2	2	10
원급	1	2	2	2	1	8
총계	4	6	6	6	7	27

	<u>소요 예산 (단위, 천원)</u> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2차년</td> <td style="text-align: center;">3차년</td> <td style="text-align: center;">4차년</td> <td style="text-align: center;">5차년</td> <td style="text-align: center;">총계</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">소요예산</td> <td style="text-align: center;">50,000</td> <td style="text-align: center;">110,000</td> <td style="text-align: center;">120,000</td> <td style="text-align: center;">110,000</td> <td style="text-align: center;">90,000</td> <td style="text-align: center;">480,000</td> </tr> </table>		1	2차년	3차년	4차년	5차년	총계	소요예산	50,000	110,000	120,000	110,000	90,000	480,000																																																																													
	1	2차년	3차년	4차년	5차년	총계																																																																																						
소요예산	50,000	110,000	120,000	110,000	90,000	480,000																																																																																						
<p>연구과제 4</p>	<p><u>연구주제</u>: 수저준설토 생태계 영향 평가 기법 및 환경 기준 연구</p> <p><u>연구개발 필요성</u></p> <p>퇴적물 오염기준은 생물학적 연구 방법과 환경기준이 제시되고 있으나 수저준설토에 대한 구체적인 생물학적 연구 및 기준이 미흡함</p> <p>수저준설토의 정화 처리 기준에 있어 생태계 영향 평가 기법의 부재</p> <p>영향을 고려한 정화처리 및 유효활용 기준 및 평가기법 필요</p> <p><u>연구개발 내용</u></p> <p>준설토 해양생태계 영향 평가 기법 개발</p> <p>준설토 유효활용을 위한 생물 영향 데이터베이스 구축</p> <p><u>연구 성과 목표 (단위, 건수)</u></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>(비SCI)</th> <th>논문(SCI급)</th> <th>특허(출원)</th> <th>특허(등록)</th> <th>기술이전</th> <th>기타</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1차년</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2차년</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3차년</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4차년</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5차년</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p><u>연도별 인력 투입 계획 (단위, 명)</u></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>1차년</th> <th>2차년</th> <th>3차년</th> <th>4차년</th> <th>5차년</th> <th>총계</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>박사급</td> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> <tr> <td>석사급</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">15</td> </tr> <tr> <td>원급</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td>총계</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">24</td> </tr> </tbody> </table> <p><u>연구비 소요 예산 (단위, 천원)</u></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>1차년</th> <th>2차년</th> <th>3차년</th> <th>4차년</th> <th>5차년</th> <th>총계</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">소요예산</td> <td style="text-align: center;">20,000</td> <td style="text-align: center;">70,000</td> <td style="text-align: center;">110,000</td> <td style="text-align: center;">110,000</td> <td style="text-align: center;">120,000</td> <td style="text-align: center;">430,000</td> </tr> </tbody> </table>		(비SCI)	논문(SCI급)	특허(출원)	특허(등록)	기술이전	기타	1차년	1	○	○	○	○		2차년	1	1	○	○	○		3차년	1	1	○	○	○		4차년	○	○	1	○	○		5차년	○	○	1	○	○			1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	총계	박사급	-	1	1	1	1	4	석사급	3	3	3	3	3	15	원급	1	1	1	1	1	5	총계	4	5	5	5	5	24		1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	총계	소요예산	20,000	70,000	110,000	110,000	120,000	430,000
	(비SCI)	논문(SCI급)	특허(출원)	특허(등록)	기술이전	기타																																																																																						
1차년	1	○	○	○	○																																																																																							
2차년	1	1	○	○	○																																																																																							
3차년	1	1	○	○	○																																																																																							
4차년	○	○	1	○	○																																																																																							
5차년	○	○	1	○	○																																																																																							
	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	총계																																																																																						
박사급	-	1	1	1	1	4																																																																																						
석사급	3	3	3	3	3	15																																																																																						
원급	1	1	1	1	1	5																																																																																						
총계	4	5	5	5	5	24																																																																																						
	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	총계																																																																																						
소요예산	20,000	70,000	110,000	110,000	120,000	430,000																																																																																						

(4) 추진방법

	<p>세부과제 및 세부기술과제별 연차별, 단계별 성과목표 및 성과 지표 설정</p> <p>성과 목표와 지표간 상호 연계성 확보</p> <p>세부기술과제별 실용화 방안 설정</p>
추진체계	<p>세부 연구를 구성하고 평가, 기술, 상용화 가능 제도와 관련된 연구수행을 위해서 다양한 전문적 기술과 경험을 가진 세부 연구진을 구성함</p> <p>이를 위해서는 산·학·연 공동연구 추진체계 및 학제간 연구진 구성이 기본이며, 법/제도 개선과 연구 성과물의 표준화 및 사업화 등을 위한 조직 및 인력투입 방안 제시</p>

(5)

<p>주요 최종성과물</p>	<p>위한 수저준설토 평가 표준지침(안)</p> <ul style="list-style-type: none"> - 정화 타깃 물질 인벤토리 - 중금속 분석을 위한 표준작업절차서(SOP) - 잔류성 유기오염물질의 동시 다성분 분석을 위한 표준작업절차서(SOP) - 일반 유기물 및 난분해성 유기물 분석을 위한 표준작업절차서(SOP) - 서식지 재구성을 위한 유효활용 등 해양 재배치를 위한 환경영향평가 표준작업절차서(SOP) - 환경 영향을 고려한 정화처리 및 유효활용 기준 및 평가기법 제안
-----------------	---

(b) 연구기간 및 지원 예산

전체	<p>총 연구기간: 2017년 ~ 2021년 (총 5년)</p> <p>총 연구비 규모: 20억 원 이내</p> <p>연구비 예산 (단위: 천 원)</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>분</th> <th>1차년도</th> <th>2차년도</th> <th>3차년도</th> <th>4차년도</th> <th>5차년도</th> <th>계</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>세부기술과제 1</td> <td>105,000</td> <td>150,000</td> <td>100,000</td> <td>70,000</td> <td>50,000</td> <td>475,000</td> </tr> <tr> <td>세부기술과제 2</td> <td>50,000</td> <td>120,000</td> <td>110,000</td> <td>110,000</td> <td>90,000</td> <td>480,000</td> </tr> <tr> <td>세부기술과제 3</td> <td>50,000</td> <td>110,000</td> <td>120,000</td> <td>110,000</td> <td>90,000</td> <td>480,000</td> </tr> <tr> <td>세부기술과제 4</td> <td>20,000</td> <td>70,000</td> <td>110,000</td> <td>110,000</td> <td>120,000</td> <td>430,000</td> </tr> <tr> <td>총 계</td> <td>225,000</td> <td>450,000</td> <td>440,000</td> <td>400,000</td> <td>350,000</td> <td>1,865,000</td> </tr> </tbody> </table>	분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계	세부기술과제 1	105,000	150,000	100,000	70,000	50,000	475,000	세부기술과제 2	50,000	120,000	110,000	110,000	90,000	480,000	세부기술과제 3	50,000	110,000	120,000	110,000	90,000	480,000	세부기술과제 4	20,000	70,000	110,000	110,000	120,000	430,000	총 계	225,000	450,000	440,000	400,000	350,000	1,865,000
분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계																																					
세부기술과제 1	105,000	150,000	100,000	70,000	50,000	475,000																																					
세부기술과제 2	50,000	120,000	110,000	110,000	90,000	480,000																																					
세부기술과제 3	50,000	110,000	120,000	110,000	90,000	480,000																																					
세부기술과제 4	20,000	70,000	110,000	110,000	120,000	430,000																																					
총 계	225,000	450,000	440,000	400,000	350,000	1,865,000																																					

명	2세부과제: 수저준설토 정화기술 개발
---	----------------------

(1) 목표	
<p>준설사업 과정에서 사회적, 경제적 마찰을 해소하기 위하여 수저준설토 목적으로 한 정 화기작(machinism) 및 처리시스템을 개발하여 상용화 추진</p> <ul style="list-style-type: none"> - 수저준설토 유효활용을 목적으로 한 중금속 및 잔류성 유기오염물질, 중금속 존재형태별 최적화정 화기작(machinism) 및 처리시스템(정화모듈) 개발 - 처리시스템(정화모듈) 개발 및 최적화 평가 - 처리기술 및 시스템(정화모듈)의 경제성 평가 - 처리기술의 환경 영향 평가 - 정화기술 및 처리시스템 상용화 	
(2) 연구개발 필요성 및 기술동향	
연구개발의 필요성	<p>’00년부터 ’13년까지 공유수면 발생 수저준설토는 연평균 42개소에서 25.1백만 m³ (사업비 평균 15.2백억 원)로서 10년간 총량이 서울 남산(약 5백만 m³)의 약 5배에 해당하며 이 물량의 약 89%가 매립, 약 4.6%가 해양배출로 처분됨</p> <p>전국 연안 27개 오염우려 해역에서 오염퇴적물을 분포 현황을 조사, 평가한 결과 조사 해역의 약 78%해역인 21개 해역에서 시급한 정화가 필요한 것으로 파악되었음 (27개 해역은 국가관리 해역 대비 4.3%, 최소 8백만 m³으로 환산 시 최소 8천4백억 원~1조 원 이상 소요예상 (처리단가 105천 원/m³))</p> <p>수저준설토의 물리 화학적 특성을 고려한 최적화된 정화 기술의 부재</p> <ul style="list-style-type: none"> - 정화기작이 유사한 오염토양 정화기술(입자분리, 세척 등)을 일부 수정, 보완하여 적용을 시도하는 단계 -미사질, 점토질의 비율이 토양은 5~10%인데 비하여 수저퇴적물은 70~90%를 차지하여 그 물리적 특성이 상이함 <p>오염도 저감 만이 아닌 수저준설토의 유효활용을 위한 정화기술 연구가 없었으며 국외 기술 의존성이 큼</p> <ul style="list-style-type: none"> -국내 연안환경에 적합한 오염물질 정화 및 정화산물의 유효활용이 가능한 기술을 개발하고 모듈화 하여 준설사업 현장에 보급할 필요성 시급
기술동향	<p><국내></p> <p>중앙정부(해양수산부)는 해양오염퇴적물 정화사업 추진의 활성화를 위해 해양수산 R&D과제로 “지속가능 해양오염퇴적물 정화기술 개발: 피복 및 현장 처리기술” 을 추진하고 있음</p>

관련기술 분야의 특허 확보 증가 등 기술 개발의 필요성이 요구되는 환경이 구축되고 있으나 일본을 비롯한 주요 선진국에 비해 기술 선점이 늦으며 해외 기술 의존도가 높은 상황임

()

2차 오염방지 및 경제성을 고려한 현장 정화처리 연구가 수행중

독일에서는 현장에서 수거, 바지선에서 중간처리 후 현장으로 되돌려 놓는 기술을 개발, 파일럿 장비 시범운영을 거쳐 현장 적용단계에 있음(Metha 입자 분리 플랜트)

(3) 내용

연구과제 1:

연구주제: 중금속 및 잔류성 유기오염물질 최적화 정화 기작 구축

연구개발 필요성

경제성이 고려된 최적화 정화기작 구축의 사회적 요구

기존의 정화 처리기법에서 환경영향을 고려한 기술이 필요함

▶ **수저준설토 정화, 유효활용, 경제성 확보, 친환경을 동시에 구현할 수 있는 정화 기작 개발 필요**

연구개발 내용

환경 영향을 최소화 한 유기산 대체 제제를 활용한 정화 기법 개발

복합적인 정화 기작을 고려한 동시 처리기술

초음파, 초미세기포를 활용한 처리기술 공정개발

물리화학적 처리기술

정화기법의 경제성 평가

연구 성과 목표 (단위, 건수)

	(비SCI)	논문 (SCI급)	특허(출원)	특허(등록)	기술이전	기타 (국제특허)
1차년	1	○	○	○	○	
2차년	1	○	○	○	○	
3차년	1	1	1	○	○	1
4차년	○	○	○	1	○	1
5차년	○	○	1	○	○	

연도별 인력 투입 계획 (단위, 명)

	1	2차년	3차년	4차년	5차년	총계

박사급	3	3	3	3	3	15
석사급	3	3	3	3	3	15
원급	3	3	3	3	3	15
총계	9	9	9	9	9	45

소요 예산 (단위, 천원)

	1	2차년	3차년	4차년	5차년	총계
소요예산	510,000	850,000	870,000	910,000	900,000	4,040,000

연구과제 2:

연구주제: 중금속 존재 형태별 (타깃 금속형태에 대한) 최적화 정화 기작 개발

연구개발 필요성

현재 준설퇴적물 내 중금속의 전함량 농도평가 방법으로는 법적 기준치와 비교하여 오염유무 판단은 가능하나, 각 금속에 대하여 물리/화학적 존재형태 및 주변의 기반암 등에 따라 중금속의 배경농도가 상이함

퇴적물 내 타깃 금속형태를 선별적으로 제거할 수 있는 정화기술 개발을 준설토의 정화 처리에 대한 예산 절감 및 정화효율 향상에 매우 중요함

▶▶▶▶▶ 금속형태를 선별적으로 제거할 수 있는 정화기술

연구개발 내용

준설퇴적물 존재 형태에 따른 정화기법 개발

연구 성과 목표 (단위, 건수)

	(비SCI)	논문 (SCI급)	특허(출원)	특허(등록)	기술이전	기타
1차년	1	○	○	○	○	
2차년	1	○	○	○	○	
3차년	1	○	○	○	○	
4차년	○	1	1	○	○	
5차년	○	1	○	1	1	

연도별 인력 투입 계획 (단위, 명)

	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	총계
박사급	3	3	3	3	4	16
석사급	1	1	1	1	2	6
원급	2	2	2	2	3	11
총계	6	6	6	6	9	33

	소요 예산 (단위, 천원)					
	1	2차년	3차년	4차년	5차년	총계
	소요예산	60,000	200,000	200,000	170,000	150,000	780,000

연구과제 3:	<p><u>연구주제</u>: 모듈식 정화 바지선 공정 개발 및 설계</p> <p><u>연구개발 필요성</u></p> <p>해양 오염지역 즉, 준설 사업구역 현장에서 이루어지는 (on-site) 전무한 상태로 육상 이송 시 현행 법제와 마찰, 운반비용 상승 및 환경관련 민원 등의 문제 발생</p> <p>토양용 정화 플랜트는 대용량의 고정식 방식이며, 단위사업 종료 시 다른 사업현장에서 재이용을 하는 것이 제한적임</p> <p>처리용량과 시스템을 확장가능하고 바지선 또는 선박에 배치, 결합, 분리, 이동, 재배치 등이 가능하도록 한 모듈식 정화시스템은 전무한 상태</p> <p>▶▶▶▶ 수저준설토 정화, 유효활용, 경제성 확보, 친환경을 동시에 구현할 수 있는 세계적 수준의 모듈식 정화처리시스템 개발필요</p> <p><u>연구개발 내용</u></p> <p>국내외 유사 공정을 평가하여 설계 방향 검토 및 주요 설계 변수 도출</p> <p>처리기술 공정 개념 설계</p> <p>처리기술 공정 상세 설계</p> <p>처리기술 공정 모듈화 설계</p> <ul style="list-style-type: none"> - 입자선별장치(제1, 2차 선별장치)가 프레임에 내재된 입자선별 및 세척 모듈의 설계 - 고속 탈수 및 개량장치가 프레임에 내재된 탈수 모듈 설계 - 고도처리반응조와 초미세기포 발생장치, 입자선별을 위한 하이드로사이클론이 프레임에 내재된 고도처리모듈 설계 - 제어모듈 설계 <p>처리기술 공정 상용규모 설계</p> <p><u>연구 성과 목표 (단위, 건수)</u></p>																																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>(비SCI)</th> <th>논문(SCI급)</th> <th>특허(출원)</th> <th>특허(등록)</th> <th>기술이전</th> <th>기타</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1차년</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2차년</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3차년</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4차년</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5차년</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>○</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>		(비SCI)	논문(SCI급)	특허(출원)	특허(등록)	기술이전	기타	1차년	○	○	○	○	○		2차년	○	○	○	○	○		3차년	○	○	1	1	○		4차년	○	○	1	1	○		5차년	○	○	1	1	○	
		(비SCI)	논문(SCI급)	특허(출원)	특허(등록)	기술이전	기타																																				
	1차년	○	○	○	○	○																																					
	2차년	○	○	○	○	○																																					
	3차년	○	○	1	1	○																																					
	4차년	○	○	1	1	○																																					
	5차년	○	○	1	1	○																																					

인력 투입 계획 (단위, 명)

	1	2차년	3차년	4차년	5차년	총계
박사급	2	2	2	2	2	10
석사급	2	2	2	2	2	10
원급	2	2	2	2	2	10
총계	6	6	6	6	6	30

연구비 소요 예산 (단위, 천원)

	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	총계
소요예산	50,000	50,000	70,000	100,000	300,000	570,000

연구과제 4:

연구주제: 수저준설토 처리 환경영향평가 및 오염최소화 방안 구축

연구개발 필요성

수저준설토 정화기술 환경평가 및 오염평가방안 구축



정화과정에서 환경영향을 최소화 할 필요가 있음

연구개발 내용

수저준설토 처리 환경조사 및 평가

- 준설토 처리시 오염물질 확산범위 및 환경변화 예측
- 준설토 처리시 대상해역에 미칠 수 있는 오염 영향 평가

수저준설토 처리 공정에 따른 최적의 환경오염 최소화 방안

- 성상별 부산물 처리방안에 따른 해양환경영향 파악
- 수저준설토 처리대상예정해역의 환경조사 및 영향 예측
- 수저준설토 정화기술에 대한 오염 최소화 방안 구축

연구 성과 목표 (단위, 건수)

	(비SCI)	논문 (SCI급)	특허(출원)	특허(등록)	기술이전	기타(학술발표 등)
1차년	0	0	0	0	0	1
2차년	0	0	0	0	0	1
3차년	1	0	0	0	0	2
4차년	1	0	0	0	0	1
5차년	1	0	0	0	0	2

인력 투입 계획 (단위, 명)						
	1	2차년	3차년	4차년	5차년	총계
박사급	2	2	2	2	2	10
석사급	2	2	2	2	2	10
원급	1	2	2	2	2	9
총계	5	6	6	6	6	29

연구비 소요 예산 (단위, 천원)						
	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	총계
소요예산	45,000	80,000	80,000	60,000	30,000	295,000

(4) 추진방법

추진전략	세부과제 및 세부기술과제별 연차별, 단계별 성과목표 및 성과 지표 설정 성과 목표와 지표 간 상호 연계성 확보 세부기술과제별 실용화 방안 설정
추진체계	세부 연구를 구성하고 평가, 기술, 상용화 가능 제도와 관련된 연구수행을 위해서 다양한 전문적 기술과 경험을 가진 세부 연구진을 구성함 이를 위해서는 산·학·연 공동연구 추진체계 및 학제 간 연구진 구성이 기본이며, 법/제도 개선과 연구 성과물의 표준화 및 사업화 등을 위한 조직 및 인력 투입 방안 제시

(5) 최종성과물

주요 최종성과물	타깃 물질에 대한 최적화 공정 - 타깃 중금속 및 잔류성 유기오염물질에 대한 최적화 공정 - 최적화된 정화(모듈)시스템 - 최적화 정화 공정 및 정화시스템(모듈)의 상용화
----------	--

(6) 연구기간 및 지원 예산

전체	총 연구기간: 2017년 ~ 2021년 (총 5년) 총 연구비 규모: 60억 원 이내 연구비 예산 (단위: 천 원)
----	--

분	1	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계
세부기술과제 1	510,000	850,000	870,000	910,000	900,000	4,040,000
세부기술과제 2	60,000	200,000	200,000	170,000	150,000	780,000
세부기술과제 3	50,000	50,000	70,000	100,000	300,000	570,000
세부기술과제 4	45,000	80,000	80,000	60,000	30,000	295,000
총 계	665,000	1,180,000	1,220,000	1,240,000	1,380,000	5,685,000

명 3세부과제: 수저준설토 유효활용 소재 및 재생기술 개발

(1) 목표

자원화를 통한 해양배출량을 저감시키기 위한 수저준설토 재생기술·소재 개발 및
사용화 추진

- 수저준설토 재생기술 개발
- 소재 및 제품 개발
- 재생기술 및 소재의 경제성 평가
- 재생기술 및 소재의 환경성 평가

(2) 연구개발 필요성 및 기술동향

연구개발의 필요성

우리나라는 런던의정서 및 런던협약의 가입 당사국으로서 국제법/조약을 국내 법과 동일한 수준으로 준수할 의무가 있으므로 수저준설토사의 해양배출량을 최소화 할 필요가 있음

국제적으로 수저준설토는 폐기물이 아니라 적절한 정화나 가공처리를 거쳐 자원으로 활용될 수 있는 물질로 규정되어 있음

수저준설토 자원화 기술의 부재

- 처리기술 개발을 통한 유효활용 기술 개발 연구가 필요
- 국내 천연골재 자원의 고갈에 따른 골재 공급 부족의 대안 요구

기술동향

<국내>

유럽 등 선진국에 비해 수저준설토의 유효활용 비율이 현저히 낮으며 관련 연구개발 사례 및 국가 지원이 매우 적음

<국외>

수저준설토 활용에 대한 연구가 활발함

- 미국의 GTIE사, WS&T사에서 준설토 내 미립토의 중금속을 대상으로 유리화, 고흡화를 이용한 퇴적물 처리기술이 상용화 단계에 있음
- 미국 Biogenesis사에서 현재 미립토 세척을 위한 고압분사 세척기술이 상용화

	<p>있음</p> <ul style="list-style-type: none"> - 일본 홋카이도의 쿠시로항, 기타큐슈 공항 등 수저준설토(해양오염퇴적물 포함) 매립소재로 이용한 예 다수
--	---

(3) 내용

<p>연구과제 1:</p>	<p>연구주제: 친환경 개질을 통한 수저준설토의 수변유효활용 재생기술 개발</p> <p>연구개발 필요성</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 수저준설토의 자원화 시급 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 천연골재 자원의 고갈에 따른 골재 공급 부족에 대한 대안 요구 ▪ 수저준설토 친환경 개질을 통한 수변건설재료로의 기술 개발의 필요성 <p>▶▶▶▶▶ 고갈에 대한 대안으로, 수저준설토의 재생 및 건설재료화 기술 개발이 필요함</p> <p>연구개발 내용</p> <p>준설토의 건설 재료화 연구</p> <p>준설토의 영향물질 외부전이 방지 및 다기능성 융합제재로서의 개발</p> <p>건설재료로서의 강도, 내구성, 지속가능성 현장 평가 기술개발</p> <p>개발된 재생기술의 경제성 및 환경성 평가</p> <p>연구 성과 목표 제시 (단위, 건수)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>(비SCI)</th> <th>논문(SCI급)</th> <th>특허(출원)</th> <th>특허(등록)</th> <th>기술이전</th> <th>기타</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1차년</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2차년</td> <td>○</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>○</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3차년</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4차년</td> <td>1</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>1</td> <td>○</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5차년</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>○</td> <td>○</td> <td>1</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>연도별 인력 투입 계획 (단위, 명)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2차년</th> <th>3차년</th> <th>4차년</th> <th>5차년</th> <th>총계</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>박사급</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>석사급</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>원급</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>총계</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>18</td> </tr> </tbody> </table> <p>연구비 소요 예산 (단위, 천원)</p>		(비SCI)	논문(SCI급)	특허(출원)	특허(등록)	기술이전	기타	1차년	○	○	○	○	○		2차년	○	1	1	○	○		3차년	○	○	1	1	○		4차년	1	○	○	1	○		5차년	1	1	○	○	1			1	2차년	3차년	4차년	5차년	총계	박사급	1	1	1	1	1	5	석사급	2	2	3	3	3	13	원급	-	-	-	-	-	-	총계	3	3	4	4	4	18
	(비SCI)	논문(SCI급)	특허(출원)	특허(등록)	기술이전	기타																																																																								
1차년	○	○	○	○	○																																																																									
2차년	○	1	1	○	○																																																																									
3차년	○	○	1	1	○																																																																									
4차년	1	○	○	1	○																																																																									
5차년	1	1	○	○	1																																																																									
	1	2차년	3차년	4차년	5차년	총계																																																																								
박사급	1	1	1	1	1	5																																																																								
석사급	2	2	3	3	3	13																																																																								
원급	-	-	-	-	-	-																																																																								
총계	3	3	4	4	4	18																																																																								

	1	2차년	3차년	4차년	5차년	총계
소요예산	50,000	130,000	130,000	140,000	80,000	530,000

연구과제 2:

_____ : 산업부산물 소재를 이용한 수저준설토 유효활용 기술 개발

연구개발 필요성

- 수저준설토의 상당 부분이 세립질로 구성되어 있고 중금속 및 유기오염물질로 오염된 경우가 많아 처리 및 유효활용이 어려움
- 다양한 오염물질로 오염된 퇴적물에 대한 효율적이고 안정적인 처리 기술의 개발 및 처리 후 퇴적물에 대해 적합한 유효활용처에 대한 연구 필요

➡ **이용한 오염 수저준설토 처리 및 적합한 활용처에 따른 기능성 소재화 연구가 필요함.**

연구개발 내용

- 산업부산물을 이용한 오염 수저준설토의 처리 소재 개발
- 산업부산물을 이용한 고효율 탄산염화 기술 개발
- 수저준설토 내 오염물질 처리를 위한 고효율 탄산염화 기술 개발
- 오염물질 처리 수저준설토의 기능성 소재화 연구
- 개발된 소재의 환경성 및 경제성 평가

연구 성과 목표 (단위, 건수)

	(비SCI)	논문(SCI급)	특허(출원)	특허(등록)	기술이전	기타
1차년	○	○	○	○	○	
2차년	1	○	1	○	○	
3차년	○	1	○	1	○	
4차년	1	1	○	○	○	
5차년	1	○	○	○	○	

연도별 인력 투입 계획 (단위, 명)

	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	총계
박사급	1	1	1	1	1	5
석사급	2	2	3	3	3	13
원급	2	2	2	2	2	10
총계	5	5	6	6	6	28

소요 예산 (단위, 천원)

	1	2차년	3차년	4차년	5차년	총계
소요예산	30,000	120,000	110,000	110,000	90,000	460,000

연구과제 3:

연구주제: 건설순환자원을 이용한 수저준설토의 유효활용 기술 개발

연구개발 필요성

- 다양한 건설순환자원은 알칼리 활성화 과정을 거쳐 수저준설토를 고화처리 할 수 있는 재료로 개발될 수 있음
- 건설순환자원의 탄소포집능을 향상시켜 환경성을 증진시킬 수 있음
- 건설순환자원의 중금속 안정화능을 극대화하는 연구가 필요함.



중금속 오염 수저준설토 처리·재생의 소재로 개발하는 연구가 필요함.

연구개발 내용

건설순환자원을 이용한 준설토의 고화처리 소재 개발

준설토내 중금속 안정화 기술 개발

건설순환자원을 이용한 탄산염화 소재 개발

중금속 오염 준설토의 유효활용 기술 개발

건설순환자원 이용 유효활용 기술의 경제성 및 환경성 평가

연구 성과 목표 (단위, 건수)

	(비SCI)	논문(SCI급)	특허(출원)	특허(등록)	기술이전	기타
1차년	○	○	○	○	○	
2차년	○	1	○	○	○	
3차년	1	○	○	○	○	
4차년	1	○	○	○	○	
5차년	1	○	○	○	○	

연도별 인력 투입 계획 (단위, 명)

	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	총계
박사급	1	1	1	1	1	5
석사급	1	1	1	1	1	5
원급	1	1	1	1	1	5
총계	3	3	3	3	3	15

연구비 소요 예산 (단위, 천원)

	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년	총계

	<table border="1"> <tr> <td>소요예산</td> <td>30,000</td> <td>120,000</td> <td>100,000</td> <td>110,000</td> <td>100,000</td> <td>460,000</td> </tr> </table>	소요예산	30,000	120,000	100,000	110,000	100,000	460,000																												
소요예산	30,000	120,000	100,000	110,000	100,000	460,000																														
(4) 추진방법																																				
	<p>세부과제 및 세부기술과제별 연차별, 단계별 성과목표 및 성과 지표 설정 성과 목표와 지표간 상호 연계성 확보 세부기술과제별 실용화 방안 설정</p>																																			
추진체계	<p><u>세부 연구를 구성하고 평가, 기술, 상용화 가능 제도와 관련된 연구수행을 위</u> <u>해서 다양한 전문적 기술과 경험을 가진 세부 연구진을 구성함</u> 이를 위해서는 산·학·연 공동연구 추진체계 및 학제간 연구진 구성이 기본이며, 법/제도 개선과 연구 성과물의 표준화 및 사업화 등을 위한 조직 및 인력투입 방안 제시</p>																																			
(5) 최종성과물																																				
주요 최종성과물	<p>재생기술 관련 프로파일 경제성이 확보된 수저준설토 재생기술 수저준설토를 이용한 친환경 건설재료 기술 및 재료 고형화 기술을 이용한 수저준설토 재생기술 및 제품</p>																																			
(6) 연구기간 및 지원 예산																																				
전체	<p>총 연구기간: 2017년 ~ 2021년 (총 5년) 총 연구비 규모: 20억 원 이내 연구비 예산 (단위: 천 원)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>분</th> <th>1차년도</th> <th>2차년도</th> <th>3차년도</th> <th>4차년도</th> <th>5차년도</th> <th>계</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>세부기술과제 1</td> <td>50,000</td> <td>130,000</td> <td>130,000</td> <td>140,000</td> <td>80,000</td> <td>530,000</td> </tr> <tr> <td>세부기술과제 2</td> <td>30,000</td> <td>120,000</td> <td>110,000</td> <td>110,000</td> <td>90,000</td> <td>460,000</td> </tr> <tr> <td>세부기술과제 3</td> <td>30,000</td> <td>120,000</td> <td>100,000</td> <td>110,000</td> <td>100,000</td> <td>460,000</td> </tr> <tr> <td>총 계</td> <td>110,000</td> <td>370,000</td> <td>340,000</td> <td>360,000</td> <td>270,000</td> <td>1,450,000</td> </tr> </tbody> </table>	분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계	세부기술과제 1	50,000	130,000	130,000	140,000	80,000	530,000	세부기술과제 2	30,000	120,000	110,000	110,000	90,000	460,000	세부기술과제 3	30,000	120,000	100,000	110,000	100,000	460,000	총 계	110,000	370,000	340,000	360,000	270,000	1,450,000
분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	계																														
세부기술과제 1	50,000	130,000	130,000	140,000	80,000	530,000																														
세부기술과제 2	30,000	120,000	110,000	110,000	90,000	460,000																														
세부기술과제 3	30,000	120,000	100,000	110,000	100,000	460,000																														
총 계	110,000	370,000	340,000	360,000	270,000	1,450,000																														

부록 2. 자문위원회 회의록

1. 제 1차 자문위원회 회의록

중금속 및 지속성유기오염물질 오염 수저준설토 유효활용을 위한 현장 정화기술 개발 기획연구 Kick-off 미팅 결과

1. 개요

- 일시 : 2015년 11월 03일(화) 오후 2시-6시
- 장소 : 프레지던트 호텔(서울 시청 앞, 18층 산호실)
- 참석 : 법률, 대학, 과학 및 산업계 전문가 총 25명

2. 주요내용

- 기획연구의 목표

최종목표

오염된 수저준설토를 유효활용하기 위한 현장정화 기술 개발 및 상용화 기반 구축의 타당성 검토 및 세부 추진계획 수립.

- 성과물 : 기획연구 최종보고서, 과제제안요구서(RFP), 과제 성과지표 및 평가기준

- 추진 전략

- RFP기초, 창조적 연구 개발 방법 추진(기술, 상용화, 법안/제도)
- 실용화, 원천, 융합, 경제성을 핵심어(keywords)로 하여 연구 중점 기획
- 현장정화기술 개발 추진계획(안) 수립 및 기술 실증화 전략(안) 수립
- 정책적, 기술적, 경제적 타당성 분석 및 활용방안 도출

- 기대 연구 성과

- 기술적 성과 : 수저준설토의 주요 오염물질 정화의 원천기술 확보 및 환경산업의 선진화 기반 구축 및 국제 경쟁력 확보를 위한 기초마련

- 활용 방안 : 신규 해양수산업연구개발 과제의 RFP로 활용, 다양한 기초자료로 활용가능
- 기대효과 : 수저준설토 유효활용을 위한 정화기술개발 과제도출로 인해 준설산업 및 해양환경 관련 산업기술 성장에 기여, 해양환경 개선을 통한 국민의 삶의 질과 의식수준 향상

3. 토론 내용

▪ 한양대학교 신경훈 교수

- 실제 해양에서 어떤 사업이든 생태평가를 하게 되어있음. 문제는 오염되지 않은 해사 같은 경우도 생태평가를 해야 한다는 것인데, 이번 기획연구에서는 영향평가의 범위까지도 고려할 것인가
- 기획과제 검토과정 중에서 사업의 방향이 편향될 우려가 있는데 지금 기획위원과 자문위원이 나눠져 있는지

▪ 경북대학교 신원식 교수

- 중금속의 경우 오염의 농도가 높거나 세척기반의 현장처리가 불가능한 경우 고�형화/안정화 기법이 필요함
- 고�형화/안정화 기법을 이용해 처리한 수저준설토를 유효활용하기 위해 육상으로 가져왔을 때 환경부에서 어떻게 받아들일 것인가
- 전 함량법이 적용되면 고�형화/안정화는 무의미한 것 이므로 이런 부분에서도 법적인 제도가 마련이 되어야 함
- 기술개발이 이루어져도 법적 기준이 잘 마련되지 않으면 헛된 일이 될 수 있음

▪ 한양대학교 김홍균 교수

- 폐기물관리법 13조 2 (유효활용 기준)
- 기존 법이 오히려 재활용을 저해한다고 하여 개정 되었으니 참고 바람
- 육상퇴적물이나 오염토양을 폐기물로 취급할지 일반 토양으로 취급할지 이전 판례에서도 의견이 나뉨. 해양퇴적물과 수저준설토 또한 폐기물로 분류할 것 인지 기준이 잡혀야 함

▪ 한양대학교 박재우 교수

- 기획과제의 연차별 일정, 진행과정, 보고서 등을 웹하드를 이용하여 공유 한다면 사업의 방향성을 구체화 할 수 있지 않을까
- 중금속 오염의 경우 전 함량법의 명암은 현재 실용중인 기술들을 이용하면 충분히 풀 수 있음

- 수저준설토에서 정화 대상을 잘 잡아야 함. 중금속이든 유기오염물질이든 기존 기술에서 현실적인 목표를 갖고 약간의 상향만 이루어져도 전망이 있음

▪ **특허법인 태웅 박경찬 변리사**

- 각 요소기술들은 기존의 기술과 별다른 차별성은 없으나 모듈화에 적합한 요소기술, 즉 더 compact해지면서 효율은 뒤지지 않는 쪽으로 나아간다면 우리가 진행하고자 하는 사업이 아주 유망할 것

▪ **갑을건설 진철근 상무이사**

- 충분히 사업성, 경제성이 있는 사업인가
- 참여 기업은 어떤 방식으로 이번 사업에 참여 할 수 있는가

▪ **한국해양과학기술원 정창수 박사**

- 무작정 폐기물 해양투기 하던 시절은 지났다 방대한 양의 준설토를 재활용 하는 것도 중요하지만 우선적으로 수요확보 방안이 필요 함
- 해양뿐만 아니라 육상폐기물도 자원으로 활용해야 하는 추세지만 오염물질이라는 인식 때문에 수요가 떨어짐. 유효활용 목적으로 재생했지만 수요 부족으로 다시 해양 투기가 된 사례가 있음
- 기존 자체가 유효활용을 저해 할 우려가 있으므로 감안해야 함
- 유효활용 기준 설정 시 재료에 기준을 맞추는 것인가, 최종 생산품에 기준을 맞추는 것인가.
- 예산이 얼마든 간에 그만한 성과가 있어야 함

▪ **한국해양과학기술원 김경련 박사**

- 기획연구가 충분한 투자 가치가 있으며 5년간 할 수 있는 부분에 주력하여 경제성을 확보 할 수 있음
- 단기적 목표: 기획연구 최종보고서 및 RFP 제출
- 장기적 목표: 지금까지 해온 것 보다 학문적·기술적으로 더 많은 성과를 낼 뿐만 아니라 실제로 환경개선사업에 적용하고 산업계 이익을 창출하는 등 서로 윈윈하는 사업이 되길 원함
- 참여기업은 연구 인력과 시설 및 장비가 구비되어 있다면 연구적인 부분도 맡길 수 있지만 대부분의 민간 기업은 그렇지 못하므로 매칭펀드 개념으로 기업에서 현물과 현금 형태로 지원이 가능함. 이러한 과정에서 피드백이 굉장히 중요함
- 해양은 별도로 법안이 마련 돼야 함. 우리 사업이 끝나기 전에 법제화 하여 개발 기술을 유효하게 해야 함

현재 우리나라 환경산업에 활용되는 수처리 기술은 상당한 수준에 있으므로 수저준설토에 함유된 오염물질을 어떻게 짧은 시간에 효율적으로 용출시킬지가 기술개발의 핵심 사항임

▪ 한국해양과학기술원 김경태 박사

수저준설토 처리기술의 모듈화 시 기술적□경제적□환경영향적인 부분까지 고려해야 함

RFP 작성 시 실험실 규모의 실험부터 실증실험, 현지적용 기술까지 다각화 될수록 비용적인 측면이 부담이 되므로 그러한 효율성을 검토해야 함

▪ 한국해양과학기술원 양동범 박사

수저준설토의 양이 방대한 만큼 다룰 부분이 많으므로 광범위한 부분에서 접근이 가능 함

▪ 한국해양과학기술원 나공태 박사

오염원 파악이나 모니터링을 통해 오염원 추적기법을 추가해 수저준설토 뿐만 아니라 전국의 연안과 세계적으로 다양한 지역에 적용 할 수 있으면 우리나라 환경정책을 널리 알리는데 기여 할 수 있음

현장 처리 기법을 개발하는데 있어서 중금속의 경우 이온의 존재 형태나 종류별로 제거 효율과 비용 측면을 세세하게 고려해야 함

유기물에 붙어 있던 중금속의 경우 유기물 구조가 파괴되면서 처리될 때 새로운 독성을 나타낼 가능성도 있음

현재까지는 중금속의 농도만 분석했는데 동위원소를 이용하거나 수 환경에서 다양한 이온의 존재 형태에 따라 접근 할 필요가 있음

해양환경이나 환경영향 평가 입장에서 생각했을 때 현장처리 공정 중 수처리는 어떻게 할 것이며, 다른 기술과 견주어 봤을 때 얼마나 경쟁력이 있을 것인가

각 사이트별로 오염특성이 다른데 그런 상황을 다 추적하고, 그때마다 달리 적용 가능한 현장정화 기술개발이 이루어져야 함



II. 제 2차 자문위원회 회의록

중금속 및 지속성유기오염물질 오염 수저준설토 유효활용을 위한 현장 정화기술 개발 기획연구

1. 개요

- 일시 : 2016년 1월 30일(금) 오후 2시-6시30분
- 장소 : 프레지던트 호텔(서울 시청 앞, 19층 아이비룸)
- 참석 : 정책, 법률, 대학, 과학 및 산업계 전문가, 언론계 총 42명

2. 주요내용

- 기획연구의 TRM 및 추진계획(안) 발표
 - 세부연구주제의 건: 제도개선, 정화처리, 유효활용에 대한 세 분야 및 공통적으로 요구되는 법 개정안 마련, 경제성 평가, 환경생태 위해성 평가로 구분
 - 추진체계 : 3+2 (기술개발+실증화)를 기반으로 한 추진 체계표 구축
- 기획연구 연구 요약 및 추진 내용 보고 및 자문
 - 중간보고 (2016년 1월 20일 KIMST) 평가 내용 분석
 - 실용화, 핵심 기술의 구체화 및 기술 현황 분석
 - 경제성 평가를 통한 타당성 분석의 필요성
 - RFP 수립을 위한 전략회의 추진 계획 안내(2월 예정)

3. 토론 내용

- 용어에 대한 선정: 불필요한 논쟁을 피하기 위한 각 분야별 용어의 선택 및 수정을 통한 분야별 간극의 최소화
- Test Bed 개념을 가진 3차년 내의 뚜렷한 성과의 필요, 이를 바탕으로 모든 세부분야가 취합되어 과제 목표에 부합하는 성과(성능, 효율성 등) 확인할 수 있는 추진 체계가 필요(재생센터의 부각)
- 횡적인 세부과제의 나열 후 종적인 시간 목표를 나타내어 구체화할 필요

- 준설토를 1차적으로 환경개선사업에 활용코자 하는 정부 추진계획을 염두에 두어 기획해야함

(1) 세부 과제별 전문가 자문 내용

세부1. 제도개선

1. 공학과 환경사이의 극간을 줄이기 위한 접근이 필요
2. 대상 준설토의 범위나 유형에 대한 정리가 필요 (오염 준설토의 비율)
3. 준설토질에 대한 오염기준, 준설토질 활용 기준에 대한 기준 마련 필요
4. 검토기준에 화학적, 생물학적인 견해의 복합적인 해석이 보완될 필요가 있음

세부2. 정화처리

1. '기작, 정화, 복원, 처리' 등 용어에 대한 재고
2. 실증실험에 대한 검토가 구체화 되어야함

세부3. 유효활용

1. 활용의 목적과 처리 방법 중 무엇을 우선으로 할지 고려해야함 (현재 제품생산기술이 1차 년도에 나온 것에 대해)
2. 미질, 사질에 대한 활용성을 높일 수 있어야 함

공통분야1. 법

1. 개념 정리가 최우선(유효활용이란 단어의 모호함)
2. 재생센터는 준설토를 폐기물로 보고 재활용 한다는 개념이 바탕이 되어있다고 보임

공통분야2. 경제평가

1. 경제성 평가에 있어서의 구체적인 요청 사항(조건)이 제시되어야함
2. 운반 및 정화 처리에 있어 현실적인 단가를 고려한 경제성 평가 필요
3. 경제성 평가의 결과 반영이 본 과제의 현 상황에서 가장 중요한 핵심

공통분야3. 위해성 평가

- ① 지역사회, 지연산업에 대한 설득을 위한 공정에 대한 인체 위해성 평가 필요

(2) 위원별 자문 내용

- 김홍균 교수 (한양대학교, 법학과)
 - 퇴적물을 어떻게 볼 것 인지에 대한 개념 정리가 필요함
 - 재생센터라는 말은 퇴적물을 폐기물로 보고 재활용을 한다고 보는 배경이 깔려있음

- 박재우 교수 (한양대학교, 공학대학)
 - 재생센터가 한 3차 년도까지 개발된 기술들을 모아서 가시적인 성과로 나왔으면 함
 - TRM에서 재생센터가 좀 더 부각될 필요가 있음
 - TRM에 나타날 때 횡적으로 세부과제를 나열한 후 종적으로 시간별 목표 제시
 - 준설 및 정화처리에 대한 용어 정리가 필요

- 황인성 (부산대학교, 공학대학)
 - 기작, 기술, 정화, 복원, 처리 등 용어에 대한 정리가 필요
 - TRM 중 공통분야 부분에 대한 범위를 규정해야함

- 김태민 사무관 (해양수산부 항만개발과)
 - 준설토를 폐기물로 보지 말고 해양자원으로 보는 개념에서 올해 상반기에 해양보전과 해양환경관리법 해양폐기물 등의 관리에 관한 법을 발의 할 예정
 - 환경과 공학에서의 간극을 줄일 수 있도록 흐름을 정리해야함
 - 이론적으로는 준설을 해서 매립장으로 운반을 한 후 입도분리나 탈수 등의 처리를 하지만 비용적인 문제로 많이 활성화 되어있지 않음
 - 준설토를 환경개선 사업(습지, 갯벌 복원, 인공섬, 동해병 서해병의 capping작업)에 초점을 두고 활용할 예정

- 나미애 연구원 (해양과학기술진흥원)
 - 구체적인 경제성 평가 결과가 제시될 수 있도록 추후 진행을 요함

- 송상근 (해양수산부 해양환경정책관)
 - 경제적인 타당성 및 현실적인 단가 부분에 대한 대안도 고려 및 결과 제시의 필요
 - 건설물질 중에서 일부 모래를 건설자재용으로 대체 할 수 있을지에 대한 고려 등 활용 분야의 다양한 가능성 고려

- 이승호 박사 (해양환경연구소 부소장)

- 용어정리에 앞서 해수부에서도 기준을 객관적으로 정리를 해야 함
- 국내 기준의 필요성
- 준설물질에 대한 오염기준, 준설물질 활용 기준에 대한 기준 마련이 필요하고 그것이 화학적, 생물학적인 검토기준에 중점을 두고 복합적으로 해석이 되어야 함. 그 내용이 TRM 중 1차 년도에 보완이 되면 좋을 것

▪ 양동범 박사 (해양과학기술원)

- 정화공정에 대한 인체 위해성 평가가 들어가 지역사회와 지역산업에 대한 설득력 확보가 필요

▪ 김경태 박사 (한국해양과학기술원, 책임연구원)

- 기술력 및 경제성 평가에 대한 부분도 충분한 검토가 필요

▪ 한택희 박사 (한국해양과학기술원, 책임연구원)

- 유효활용에 있어 정화처리와 사용목적에 대한 선택의 우선순위에 따른 TRM 순서

▪ 나공태 박사 (한국해양과학기술원, 책임연구원)

- 유효활용이라는 정화 기술 개발에 중점을 맞춰서 환경평가, 위해성평가, 경제성 평가부분이 개발되는 기술에 대해 향후에 일어날 수 있는 환경문제에 대해 예측하는 정도로 진행되어야 함

▪ 허남 부대표 ((주)태길종합건설)

- 재생센터로 이동하는 동안의 처리 및 공정 내용도 고려되어야 함
- 수저준설토 부분이 육상과 무관하지 않기 때문에 육상에도 적용이 가능한 조금 더 합리적인 방안을 찾아야함
- 재생센터라는 것이 구축이 되면 운반비용도 감안하여야 함

▪ 김한선 대표 ((주)세광종합기술단)

- 대상 준설토의 범위나 유형에 대한 정리가 필요
- 제도적으로 준설의 목적에 대한 확립이 필요함
- 퇴적물은 점토나 실트가 많아 밀도기준을 충족하지는 못하지만 강도기준을 추가해서 블록화 등 제품생산에 아주 유용하게 쓰일거라 생각됨

▪ 장영호 대표 ((주) 토양자원)

- 재활용 문제에 있어서 방향을 어떻게 잡을 것 인가에 대한 고려가 되어야 함
- 준설토 재활용을 이용해서 해양환경을 개선해야함
- 육상처리장과 해양처분의 문제가 복합적으로 이루어 질 것인지 고려해야함
- 실증실험에 대한 검토가 가장 중요한 과제가 될 것임
- 생태계 개체군, 환경 등 실질적인 부분을 고려한 준설토 기준제시 필요함

(3) 자문회의 사진



II. 제 3차 자문위원회 회의록

기획연구 전략회의

(1) 개요

- 일시: 2016년 2월 15일(월) 오후2시~6시
- 장소: 한국해양과학기술원 내 회의실
- 관련분야 전문가 총 8 명 참석
- 나공태(한국해양과학기술원), 최진영(한국해양과학기술원), 박재우(한양대학교), 이영미(상명대학교), 이현경(한양대학교), 최진영(한국해양과학기술원), 신경훈(한양대학교), 원은지(한국해양과학기술원), 김경련(한국해양과학기술원)

(2) 주요 내용

- 기획 세부 과제의 진행에 대한 수행 가능성 토의 및 추진 체계 구축
- 세부 연구 내용에 대한 용어 정리 및 목표 설정
- 세부 연구 내용 별 연계 분석을 통한 TRM 작성

■ 국내외 수저 준설토 프로파일 구축 및 정화기준 연구 분야

- (나공태) 1차년에 수행해야하는 정점에 대한 규모와 수행 가능성을 고려한 추진 체계 변경 필요할 듯. 입도에 따라 오염의 정도가 다르다면 입도에 따른 오염 기준이 별도로 제시 되어야 하는 것은 아닌지. 새로운 기준을 제시하는 것인지 기존의 기준을 보완하는 것인지, 기존의 방법을 활용하더라도 별도의 스크리닝 기법은 반드시 필요할 것으로 생각됨. 오염퇴적물을 정화했을 때 가질 수 있는 부정적인 인식에 대한 방안은?
- (원은지) 정화 후 재배치를 고려한다면 그 정도의 부정적인 인식이 없을 수 있음
- (이영미) 유효활용을 했을 때 이익을 고려해 정화를 할 것인지 아닌지, 또는 유효활용을 할 것인지 여부를 판단하기 위한 고시 지침이 필요할 듯
- (김경련) Clay와 silt를 어떻게 처리할 지에 대한 기존의 처리 방법에 대한 조합(경제성과 현장 적용성을 고려한)을 찾는 것이 중요할거라 생각됨
- (나공태) 그것에 대한 근거를 확보하는 연구가 수행되어야 함
- (박재우) 유효활용의 옵션을 나열을 하고 그 것을 기존의 기준과 비교하여야 하며 최종적으로

경제성 평가가 고려된 판단 기준을 파악할 수 있어야 함

- (김경련) 정화를 할지에 대해, 정화가 제대로 되었는지에 대해. 각각의 생물 기준 및 측정기법이 제시되어야 함

▪ 재생기술

- (신경훈) 제품을 만드는 것이 목표인지 제품을 만들 수 있는 가능성을 높이는 재료를 만드는 것이 목표인지 확실히 해야 함
- (이영미) 유효활용 기술에 대한 것을 강조한다면 재생기술 개발 후 수저준설토의 입도별 유효활용 시제품 예가 성과물로 나와야 할 듯. 제품생산이 핵심이 되는 것은 아니기에 이에 대한 정확한 목표 제시가 필요함
- (원은지) 입자가 작으면 고품 안정화가 유용할 수 있으며, 제품을 만들 것 이라면 입도에 따라 쓸모 있는 제품들이 만들어질 수 있는지에 대한 연구가 수행되어야 함
- (김경련) 제품생산이 목표는 아니나 실체를 보여주지 않을 수 없음
- (이영미) 준설되는 지역의 퇴적물을 이용하는 경우 지역의 특성과 맞물려 유효활용을 할 수 있는지를 판단할 수 있는 결과도 제시해주어야 하는 것이 아닌지 고려해야함
- (최진영) 건설 골재 등으로 쓰고자 하였을 때 기존의 제품별 시방서가 있으므로 제작을 하고 도 사용을 못할 수 있으므로 어느 정도까지 유효활용할지 범위를 정하는 것이 중요할 것 같음
- (김경련) 재배치는 본 과제에 포함되어 있지는 않으나 제품 생산이 가능하지 않다면 재배치 역시 가능할 것으로 생각됨
- (신경훈) 인공어초, 활성콘크리트 등과 같은 소재로서의 유효활용 가능성도 있음. 그러나 생물의 독성과 같은 부분이 확인되어야 함
- (이영미) 유효활용의 범위를 어떻게 설정할지가 중요함

▪ 기술개발로드맵

- (김경련) 기술개발과 실증을 목표로 3+2년 구조로 추진
- (최진영) 세부 분야 내용에 대한 확정이 우선되어야 함(기준마련, 정화, 재생, 공통분야)
- (최진영) 유효활용을 포함한 정화기술은 재생기술 개발로 넣어야 하는지 정화기술개발로 넣어야 하는지. 공통분야를 각 분야에 흡수시켜서 공동연구가 진행토록 되어야 함
- (최진영) 세부 목표별 엔드 포인트를 잘 지정하는 것이 중요함
- (나공태) 현황파악의 목표 중 하나를 프로파일 구축으로 하며 기존자료 뿐만 아니라 새로 발해지는 자료에 대해서 분석이 진행되도록 해야 함
- (박재우) 정화 기법 개발은 모듈 완성 부분을 목표로 정하는 것이 좋을 것이라 사료됨

- (이현경) 프로파일 구축 이후에 오염물질에 대한 동시분석 기법이 진행되어야 함. 동시 다 분석이 중요한 것은 유효활용을 위한 기준 제시와 연관 지을 수 있음
- (박재우) 경제성 평가는 유효활용의 기준 뿐만 아니라 정화처리기술개발, 재생기술개발에 모두 포함되어야 함
- (이영미) 생물 영향 등에 대한 내용을 “기준”이라는 용어에 포함시킬 수 있을 것으로 생각됨. 화학, 물리, 생물학적 내용이 모두 고려되어야 기준마련이 가능하기 때문에 분리시키지 않고 진행 되어야 함. 각각의 기준은 1-3차 년도에 진행될 수 있으며, 정화기준 마련과 관련해서는 모든 분야의 융합된 결과가 4-5차 년도에 나올 수 있지 않을까 생각됨
- (나공태) 준설토에 대해 분석 기법을 시작으로 하여 그 방법을 활용해 정화 기준 및 유효활용 기준을 제시하여 정화기술 개발과 연계되도록 해야 함. 유효활용은 별도로 진행되면서 정화 기술 개발과 이후 연결되도록 추진전략을 짜는 것이 좋을 듯
- (박재우) 다양한 내용을 포함시킬 수 있도록 용어를 사용해야 연구 다양성을 확보할 수 있음

부록 3. 연구기술개발 설문조사서



수저준설토 유효활용을 위한 정화기술 개발 및 전용처분장 조성에 관한 연구기술개발 설문조사

귀하의 무궁한 발전을 기원합니다.

본 설문서 목적은 해양수산부의 예산 지원과 한국해양과학기술진흥원의 관리 하에 한국해양과학기술원에서 수행중인 중금속 및 지속성 유기오염물질 오염 수저준설토 유효활용을 위한 현장정화기술 개발 기획연구의 기술로드맵을 작성하기 위한 것 입니다.

현재 우리나라에서 항만개발, 수심유지 등 준설사업에서 발생하는 수저준설토는 '오염되지 아니하였다'는 가정 하에 특별한 조사 또는 평가 없이 준설토투기장으로 이동하여 매립처분하고 있습니다. 그러나 오염물질을 포함하는 일부 수저준설토의 투기는 해충(ex. 갈따귀) 창궐 등 환경 문제, 투기장 추가조성 등에 대한 사회, 경제적인 문제들 야기하고 있습니다. 또한 미국, 유럽, 일본 등 선진국과 비교하였을 때 국내 수저준설토의 유효활용을 위한 정화기술의 연구가 부족한 실정입니다.

따라서, 유효활용 할 수 있는 자원이라는 새로운 개념으로, 준설토투기장 조성 어려움 등과 같은 사회적 갈등을 해소하고 해양환경이 가지는 자원적, 심미적 가치를 지키며 **수저준설토를 유효활용하기 위한 정화기술 개발과 전용 처분장 조성 기반 구축이 시급히** 필요합니다.

본 설문조사로 분석된 자료는 기술개발 효과들 극대화 할 수 있는 협력 요소와 그 전략을 파악 및 향후 수저준설토 정화기술 개발을 위한 로드맵 작성을 위하여 활용하고자 합니다.

이를 위하여 각 분야에서 핵심적인 역할을 담당하고 계신 전문가 분들의 소중한 의견을 수렴하고자 하오니 많은 관심과 적극적인 참여들 부탁드립니다.

감사합니다.

한국해양과학기술원 /과학기술연합대학원대학교 교수 김 경련 올림

I. 사회인구학적 변인

1. 귀하의 성별은 무엇입니까? ()

- ① 남자 ② 여자

2. 귀하의 연령은 만으로 어떻게 되십니까? ()

- ① 30세 미만 ② 30-40세 미만 ③ 40-50세 미만 ④ 50-60세 미만 ⑤ 60세 이상

3. 귀하는 최종 학업종료 후 해당 분야에서 연구/실무 경력은 몇 년입니까? ()

- ① 5년 이하 ② 5-10년 미만 ③ 10-15년 미만 ④ 15-20년 미만 ⑤ 20년 이상

4. 귀하의 소속기관 분야는 어디입니까? ()

- ① 산업계 ② 대학 ③ 연구기관 ④ 정부기관 ⑤ 기타 (_____)

5. 귀하의 전공은 무엇입니까? ()

- ① 해양 분야 ② 환경 분야 ③ 공학 분야 ④ 행정 분야 ⑤ 기타(_____)

II. 유효활용을 위한 오염준설토의 정화 및 유효활용에 대한 연구내용 및 기술

1. 우리나라의 수저준설토의 처리방법(매립 약 89%, 해양배출 약 4.9%)에 있어 수저준설토 중 일부가 오염되어 있으며, 수저준설토가 환경 및 사회 문제를 야기한다고 생각하십니까? ()

- ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 그렇지 않다 ⑤ 전혀 그렇지 않다.

(문 1의 ①, ②, ③ 응답자만)

1-1. 만약 문제가 야기된다면, 정화처리 기술 개발에 관한 연구가 시급하다고 생각하십니까? ()

- ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 그렇지 않다 ⑤ 전혀 그렇지 않다.

2. 해당 연구개발 과정은 수저준설토의 유효활용에 있어 반드시 필요하다고 생각하십니까? ()

- ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 그렇지 않다 ⑤ 전혀 그렇지 않다 ⑥ 잘 모르겠다

3. 해당 기획연구의 필요성은 어디에 있다고 생각하십니까? 가장 중요하다고 생각하는 것을 두 가지만 골라주십시오.

1순위() 2순위()

- ① 사회적인 문제 ② 경제적인 문제 ③ 환경적인 문제 ④ 정책적인 문제 ⑤ 기타()

4. 다음 중 해당 연구개발 과정의 가장 중요한 특징이라고 생각하시는 것을 1가지만 골라주십시오. ()

- ① 핵심 원천 정화기술 개발 ② 처리공정 개발 ③ 유효활용 소재 개발 및 제품 개발
④ 관련 법 개정안 마련 ⑤ 상용규모의 설계 및 조성

5. 다음 중 해당 정화처리의 가장 중요한 처리 대상이라고 생각하시는 것을 1가지만 골라주십시오. ()

- ① 유기물 ② 중금속 ③ 지속성유기오염물질 ④ 유기물+중금속
⑤ 유기물+지속성유기오염물질 ⑥ 기타()

6. 수지순설도 정화 및 유효활용 분야에서 기술도입이 시급하다고 생각되는 항목을 3가지를 골라 순서대로 나열해 주십시오.

1순위 () 2순위 () 3순위 ()

- ① 처리공정 효율성 향상 ② 유효활용 ③ 처리설비의 모듈화 ④ 복합오염 정화 성능 향상
⑤ 준설사업 발생 폐수 처리 ⑥ 준설 시 2차 오염 방지

7. 해당 기술 개발이 다음 중 어느 분야의 연구에 가장 도움이 될 것으로 생각하십니까? 가장 중요하다 생각하시는 것을 순서대로 2가지만 골라주십시오.

1순위 () 2순위 ()

- ① 항만개발 ② 환경공학 ③ 해양환경 ④ 소재 개발 ⑤ 기타()

8. 수처리 및 정화 처리시설을 갖춘 전용처리장(중간처리, 최종처리, 처리산물 보관) 조성이 필요하다고 생각하십니까? ()

- ① 매우 그렇다 ② 그렇다 ③ 보통이다 ④ 그렇지 않다 ⑤ 전혀 그렇지 않다 ⑥ 잘 모르겠다

9. 해당 연구개발을 위해 융합연구가 필요한 분야는 어디라고 생각하십니까? ()

- ① 정화기술 ② 공정개발 ③ 유효활용기술 ④ 환경위해성(영향)평가 ⑤ 기타 ()

10. 성과 및 전용 처분장 조성 기획 연구개발 과정에 있어 이상적인 조합은 다음 중 어디라고 생각하십니까? ()

- ① 정부출연(연) ② 정부출연(연)-대학 ③ 정부출연(연)-공기업 연구소 ④ 정부출연(연)-민간기업 연구소
⑤ 정부출연(연)-대학-민간(공)기업 연구소 ⑥ 기타(_____)

11. 해당 연구들 수행할 경우 가장 중요한 연구성과물은 무엇이라고 생각하십니까? ()

- ① 논문 ② 특허 ③ 정화기술 상용화(기술이전) ④ 유효활용 제품
⑤ 관련 법령 개정(안) ⑥ 기타(_____)

12. 해당 연구개발 과정에 있어 가장 선도적인 국가는 어디라고 생각하십니까? ()

- ① 한국 ② 미국 ③ 유럽 ④ 일본 ⑤ 중국 ⑥ 기타 ()

13. 우리나라의 해당 연구수준은 어느 단계라고 생각하십니까?

- ① 기초단계 ② 개발단계 ③ 응용단계

14. 해당 분야에 있어 우리나라의 기술적 수준을 다음에서 선택하여 주십시오 ()

- ① 세계 최고 수준의 기술 수준이다
② 세계 최고 수준과 20% 미만의 기술 격차가 있다
③ 세계 최고 수준과 20% 이상 - 40% 미만의 기술 격차가 있다
④ 세계 최고 수준과 40% 이상 - 60% 미만의 기술 격차가 있다
⑤ 세계 최고 수준과 60% 이상 - 80% 미만의 기술 격차가 있다
⑥ 세계 최고 수준과 80% 이상의 기술 격차가 있다.

15. 해당 연구개발을 성공적으로 수행하기 위한 귀하의 계언이 있으면 말씀해 주십시오.

긴 시간 조사에 응답해 주셔서 감사합니다. 좋은 자료로 잘 쓰겠습니다.