



사이드로포어 세척액을 이용한 토양의 세척방법 및 장치

대한민국특허 10-1349073

사이드로포어 함유 토양 세척액을 이용한 중금속으로 오염된 토양의 세척방법 및 중금속으로 오염된 토양 세척장치에 관한 기술이다.

연구원(문희선박사)은 인체에 매우 유해한 중금속으로 오염된 토양 처리에 대한 실효적인 대책으로 사이드로포어 함유 배양 여과액을 이용한 토양의 세척방법을 발명하였다.

연구원은 비소 오염 특성 기작 규명 및 환경 친화적 지하수 내 생물 정화기술 개발을 위해 본 연구를 수행하였다.

[관련연구]

포화대 환경 조건 변화에 따른 퇴적토로부터 지하수로의 비소 용출 및 생지구화학 특성 연구

[개발자]

한국지질자원연구원 지하수연구실 문희선 박사

[Keyword]

사이드로포어, 토지정화공법

연락처 : 홍준영변리사 jyhong@kigam.re.kr / 042)868-3805

I. 기술소개

1 기술개요

- ▣ 사이드로포어 함유 배양 여과액을 중금속 오염 토양에 주입하여 중금속을 식물 내로 흡수되는 방식을 사용하는 토양 정화 기술임
- ▣ 사이드로포어를 생산하는 미생물을 배양해 사이드로포어 배양액을 만든 후, 미생물을 제거한 배양 여과액을 사용하여 사이드로포어-중금속 착체(complex)를 형성하는 방법으로 토양을 정화함
- ▣ 토양세척시 강산을 사용하지 않아 후처리비용이 발생하지 않고 친환경적임

2 기술특징

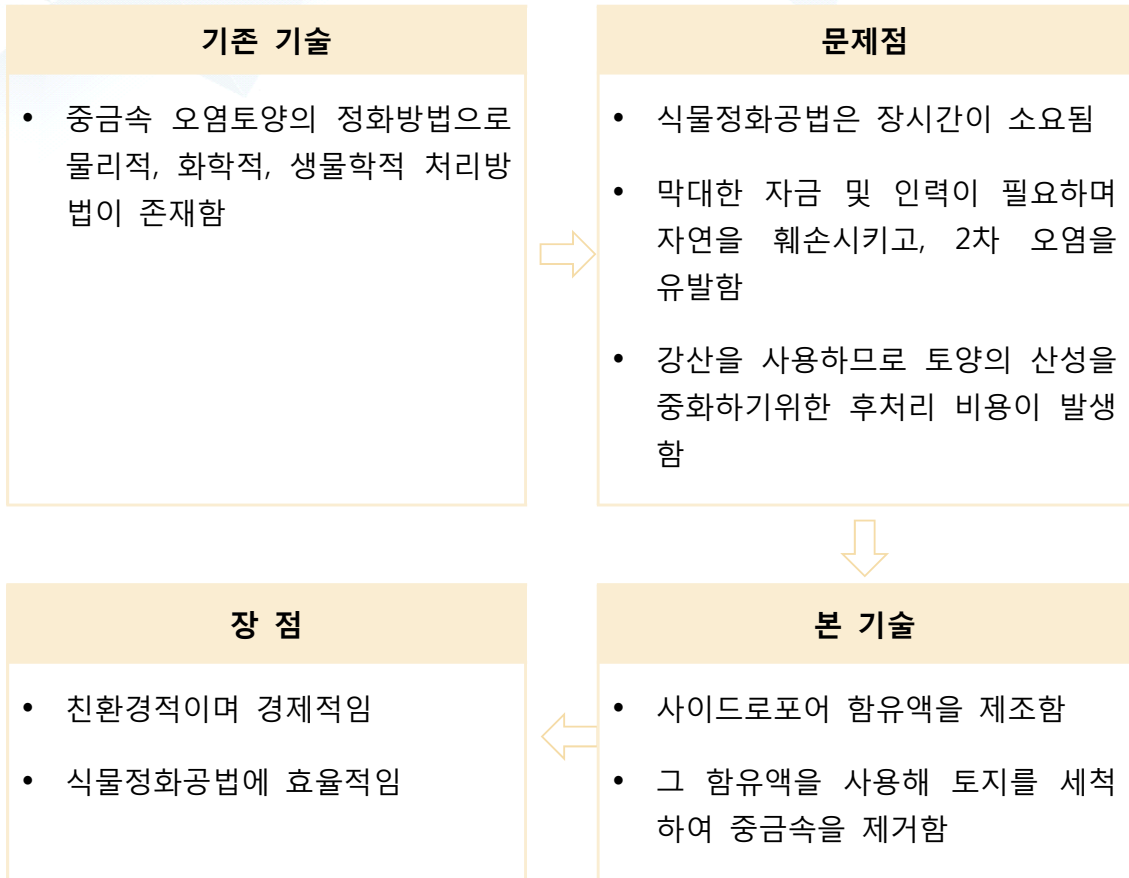
▣ 경쟁기술현황

- 중금속 오염 토양의 정화 방법으로는 크게 물리적 처리방법, 화학적 처리방법 및 생물학적 처리방법이 존재함
- 생물학적 처리방법에서는 장시간의 시간이 소요됨
- 물리적 처리방법과 화학적 처리방법은 막대한 자금 및 인력이 필요하고 자연을 훼손시키며, 2차 오염을 유발함
- 강산을 사용하여 토양세척 후 산성을 억제하기 위한 후처리 비용이 발생함

▣ 경쟁기술대비 특징 및 장점

- 사이드로포어가 불용성 중금속을 가용화하거나 직접 결합에 의해 가용성 사이드로포어-중금속 착체를 형성함
- 사이드로포어 함유액으로 토양을 세척시 강산을 사용하지 않아 경제적이며 친환경적임

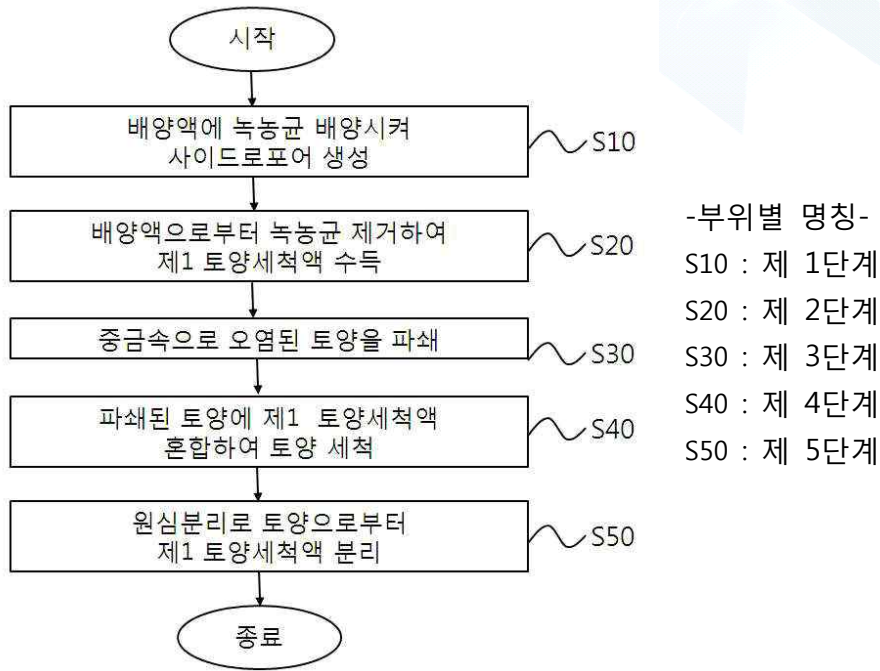
- 중금속의 생물학적 이용성을 증대시켜 식물에 흡수되어 축적되는 효과를 증대시키므로 식물정화공법의 효율성이 상승함



3 기술구성

▣ 기술의 상세 내용

- 미생물을 배양하여 사이드로포어를 생성하는 제 1단계
- 사이드로포어 함유 여과액을 수득하는 제 2단계
- 중금속으로 오염된 토양을 파쇄하는 제 3단계
- 파쇄된 토양에 사이드로포어 함유 세척액을 혼합하는 제 4단계
- 토양과 토양 세척액을 원심분리로 분리하는 제 5단계로 구성됨



<그림> 중금속으로 오염된 토양의 세척방법의 흐름도

4 기대효과

▣ 친환경적이며 경제성이 높음

- 사이드로포어 함유액을 사용시 막대한 자금 및 인력이 필요하거나 자연을 훼손 및 2차 오염 문제가 없어 친환경적이며 경제성이 높음

▣ 공정상의 이점

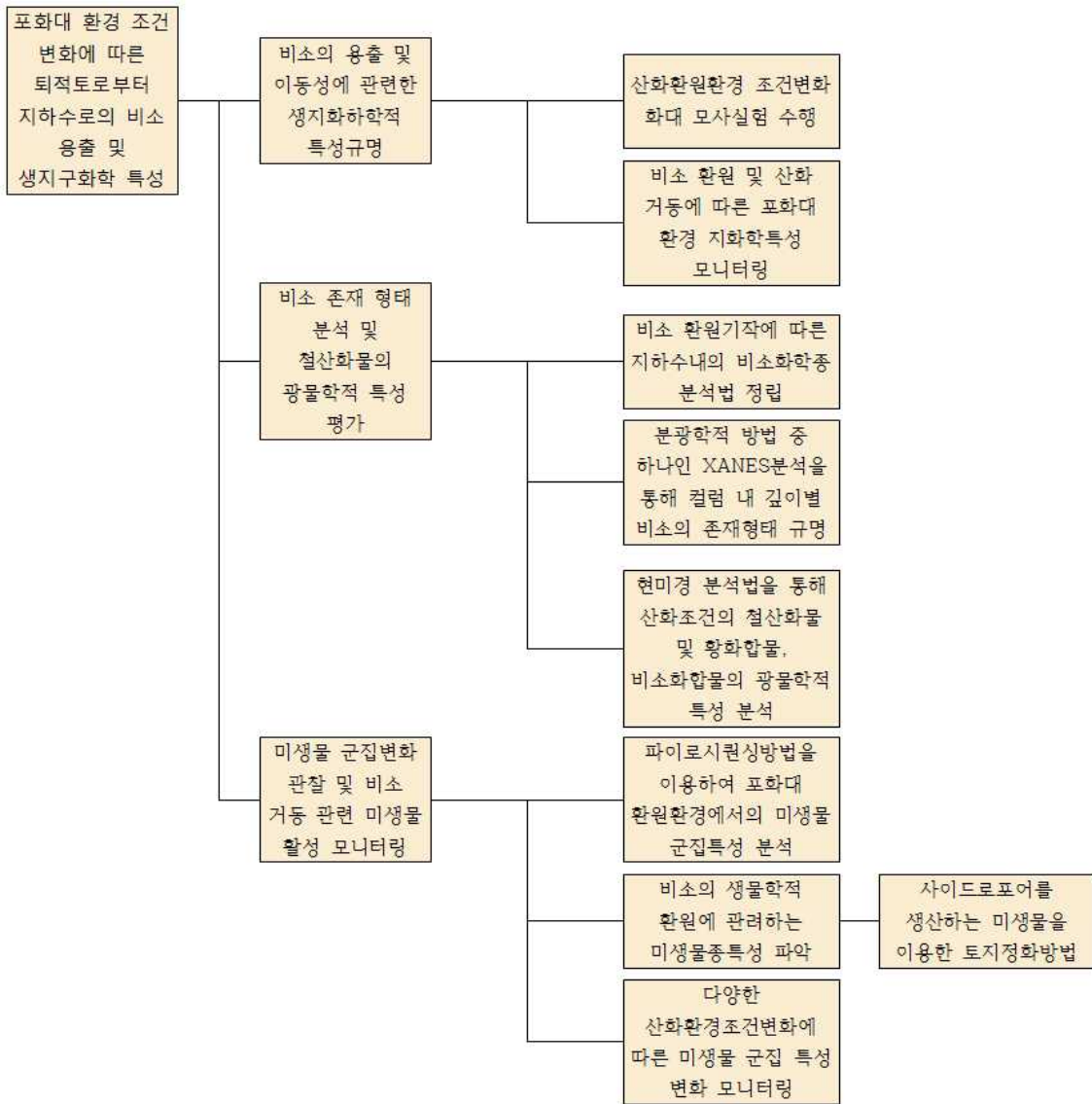
- 사이드로포어가 중금속을 가용화 시키므로 강산으로 중금속을 용출시킬 필요가 없어 산성을 중성화하는 후처리공정이 없어 간단함

▣ 식물정화공법의 효율이 증대됨

- 사이드로포어-중금속 착체를 이루므로 중금속의 용해성이 증가하여 생물학적 이용성이 증대되어 식물정화공법의 토양 정화 효율이 상승함
- 또한, 사이드로포어 함유액이 중금속 오염 토양에 식재된 식물의 성장도 촉진할 수 있으므로 식물정화공법에 유용하게 사용될 수 있음

포화대 환경 조건 변화에 따른 퇴적토로부터 지하수로의 비소 용출 및
생지구화학 특성 연구(2014)

II. 관련연구 현황



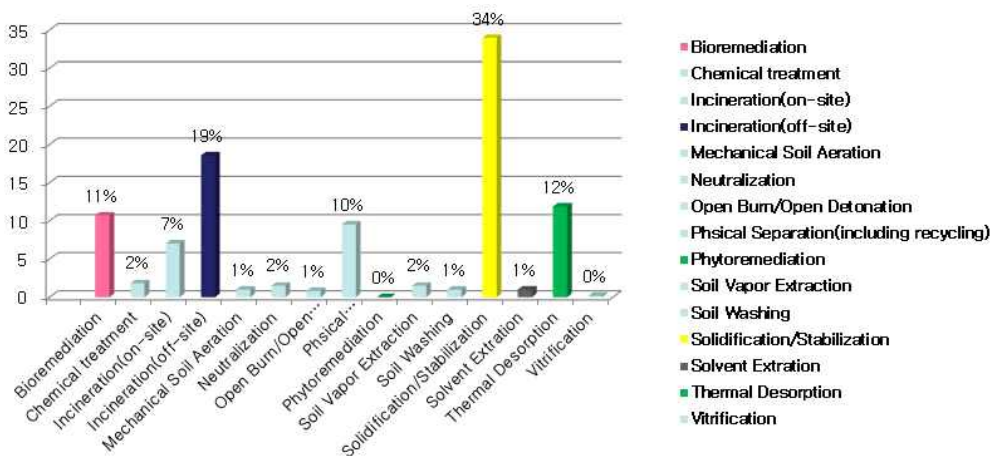
- 지하수/환경 오염문제에 대처하기 위하여 지속가능한 지하수 개발과 관련된 분야에 대한 연구

Ⅲ. 산업동향 및 시장분석

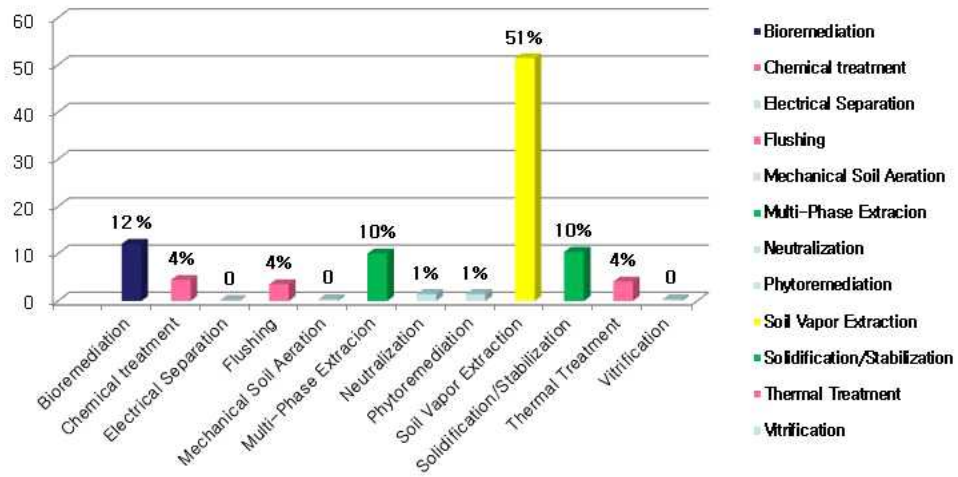
1 산업동향

▣ 미국 오염토양 정화실적 현황

- 미국은 CERCLA(Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act) 법안을 1980년에 통과시키면서 토양/지하수 오염에 대한 본격적인 관리를 시작함
- 본 법안에 따라 수퍼펀드를 조성하여 오염지역을 정화하는 비용지원, 조사 및 관리, 기술개발 등을 체계적으로 검토하고 있음
- 수퍼펀드 오염부지의 토양을 정화하기 위하여 1,135개의 프로젝트가 수행되었으며 53%가 지중처리기술을, 47%가 지상처리기술을 적용한 것으로 조사됨
- 지중처리기술에서는 고형화/안정화 공법이 34%, 소각 19%, 열분해법 12% 순으로 나타남
- 지상처리기술에서는 SVE 공법이 51%, 생물학적처리법 12%, 고형화/안정화 공법 10% 순으로 나타남



<미국의 토양정화공법(Ex-situ 53%) 사용현황(1982~2008)>



<미국의 토양정화공법(In-situ 47%) 사용현황(1982~2008)>

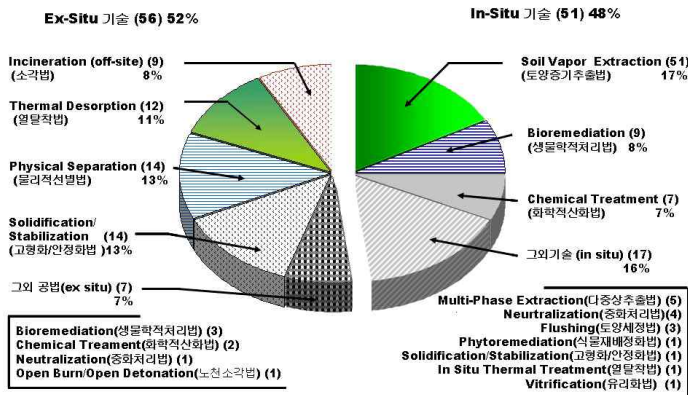
▣ 유럽 및 그 외 토양정화 기술 현황

- 독일 162개사, 프랑스 38개사, 벨기에 30개사, 덴마크, 네덜란드, 이탈리아, 영국, 오스트리아 등 307개사의 보유 기술을 분석한 결과임
- 원위치 생분해법이 65건, 원위치 토양증기추출법이 59건, 비원위치 토양세척이 50건 비원위치 토양경작법이 44건으로 전체 보유기술 중 36%였으며, 비원위치 기술이 53%로 미국의 경우와 비슷하였음
- 그 밖에 멕시코 13개사, 브라질 8개사, 베트남 7개사의 경우, 주로 원위치 기술중 생분해법을 많이 보유하고 있는 것으로 조사됨

▣ 최근 정화기술 적용현황

수퍼펀드 복원기술 적용 현황(2000~2002)

Total Project = 107



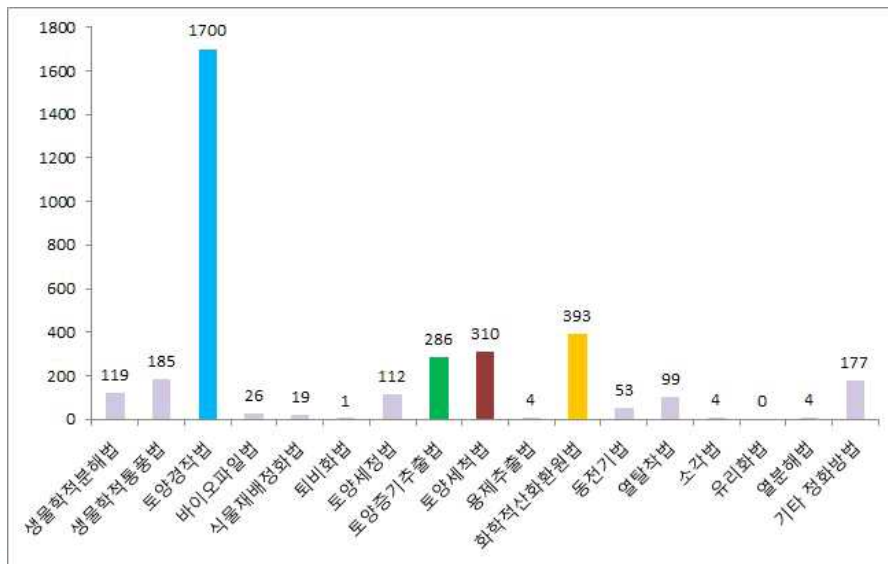
- 오염부지의 토양을 정화하기 위하여 총 107개의 프로젝트가 수행 되었으며, 지상처리기술이 56개(52%)로 좀 더 많이 적용되었음
- 지중처리기술 중 화학적 산화/환원법의 경우 총 12개 프로젝트 중 7개의 프로젝트가 2000년 이후에 적용되었으며, 최근 화학적 처리기술의 적용이 선호되고 있음

▣ 국내 오염토양 정화실적 현황

구분	세부 구분	2007	2008	2009	2010	2011	합계
환경부 집계 자료	사업 수(건)	516	564	514	584	495	2,673
	오염토량 (천톤)	4,142	6,507	7,542	6,394	3,898	28,483
	사업비 (억원)	4,604	3,383	2,752	3,753	5,370	19,861
71개사 집계 자료 (환경부 집계자료 중 71개사의 실적 추출)	사업 수(건)	351	399	363	484	453	2,050
	오염토량 (천톤)	3,589	5,239	5,753	5,290	3,373	23,244
	사업비 (억원)	4,317	2,817	2,166	3,139	4,996	17,435
사업비 분율(%)		93.8	83.3	78.7	83.6	93.0	87.8

<환경부집계 토양정화실적 자료(2007~2011)>

- 2011년도 토양정화 사업 수는 495건, 사업비는 5,370억원으로 2007년에 비해 사업 수는 줄어들었지만 사업비는 증가함
- 토양 정화시장은 집계된 사업비의 37.5%수준으로 추정되며 2011년도 토양정화시장은 2,014억원으로 추정됨



<정화공법 사용현황(05~11년)>

- 토양경작법이 1700건으로(49%) 많은 부분을 차지하며, 화학적산화환원법 393

건(11%), 토양세척법 310건(9%), 토양증기추출법 286건(8%)이 대부분을 차지하고 있음

2 시장동향

▣ 관련 시장의 한정

- 토양정화 시장

(단위: 억위안, 억원)

연도	2014	2015	2016	2017	2018	2019	CAGR
중국토양정화시장	198	301	463	746	1,224	1,725	49.4%

연도	2007	2008	2009	2010	2011	2017	CAGR
국내토양정화시장	1,726	1,269	1,032	1,407	2,014	2,530	3.9%

(출처: 중국통계국, 중국산업정보망, 환경부집계 토양정화실적 자료)

- 2014년 중국 토양정화시장은 198억위안에서 2020년 2199억위안에 달할 것으로 전망되며 연평균 성장률 49.4%의 폭발적 성장세로 예상됨
- 국내 토양정화시장은 2007년 1,726억원에서 2009년 1,032억원으로 하락후 2011년 2,014억원으로 증가하여 상당한 변동폭을 보이지만 장기적 추세는 3.9% 연평균 성장률을 보이는 것으로 추정됨
- 2017년의 국내시장 규모를 2007~2011년의 연평균 성장률로 계산한다면 2,530억원이 도출됨

IV. 연구인프라

1 연구실 소개

▣ 연구실 : 지하수연구실

▣ 비전

- 지하수자원의 Total Solution(“지하수 자원+환경+산업”) 제공

▣ 목표

- 국가발전 및 국민 복지를 위한 지속가능한 지하수자원 확보
- 국가정책 및 산업발전에 필요한 녹색 지하수 활용 방안 수립
- KIGAM 비전/경영목표에 부합하는 연구기술 개발
- 국내외 최고 수준의 연구팀, 연구자 및 연구기술 확보
- 연구원 개인별 특성화된 전공 및 연구역량 확보

2 연구현황

- ▣ 지하수/환경 오염문제에 대처하기 위하여 지속가능한 지하수 개발과 관련된 분야에 대한 연구