

Soil Quality Laboratory

Dept. of Civil and Environmental Engineering
Seoul National University, KOREA

Annual Report 2015



SQL at a glance	1
2015 Timeline	3
Publication	4
Conference	8
Awards and academic honors	12
Patent and technology transfer	14
Research projects	15
Research by subjects	16
Profiles in SQL	24
Admission and graduation	32
Alumni notes	34
Alumni directory	35
SQL photo album	36

How have you been doing?

SQL AT A GLANCE

- 안녕하세요. 서울대학교 건설환경공학부 토양환경실험실(Soil Quality Laboratory)입니다. 우리 연구실은 남경필 교수님의 지도 하에 현재 정재웅 박사, 양경 박사와 박사과정 3명, 석·박 통학 과정 7명의 학생이 함께 공부하고 있습니다.
- 올해 가을에는 1명의 박사(양경)와 2명의 석사(안준모, 이호섭)를 배출하였으며, 정슬기 박사와 이호섭 석사가 각각 한국기초과학지원연구원 선임연구원 및 전문연구요원으로 취업하였습니다.
- 2015년 한 해 동안, 우리 연구실은 9편의 SCI 논문과 9편의 국내논문, 8건의 국제 학술대회 발표와 18건의 국내 학술대회 발표, 국내 특허출원 2건의 연구실적을 달성하였습니다. 또한, 연구와 관련된 다수의 워크샵과 세미나를 개최·참석하였고 수 차례 현장 샘플링을 실시하였습니다.
- 현재, 환경부 지원으로 지난 5년간 수행해오던 사격장 부지 화약류·중금속 처리기술개발 연구의 마무리에 힘쓰고 있습니다. 그 외에도, 농업 부산물을 이용한 생체적합성 바이오 플라스틱 생산 기술, 성·복토재로 재사용되는 철강슬래그의 인체 및 환경영향 평가, 갈바닉 산화를 통한 황철석 용해 촉진 및 광미 내 중금속 제거 기술, 슬래그 활용 중금속 안정화·고형화 기술, 미생물 매개 탄산칼슘 침전을 통한 비산먼지 발생 및 토양 침식 억제 기술, 토양 공극수 내 비소·불소의 현장 특이적 위해 오염도 평가 등 다양한 연구를 수행하고 있습니다.



2015.04.10 제주도 성산일출봉에서

2015 TIMELINE

- 1월 1 교수님 포스코 전임교수 임명
- 4 을미년 새해 맞이 청계산 등산
- 5 환경공학연구실 신년하례식
- 23-24 폐자원에너지화 특성화대학원 동계워크숍, 강원도 홍천
- 27 응용생태공학회 정기포럼 및 정슬기 우수논문상 수상
- 29-30 조은혜 교수 임용 기념 토양환경실험실 스키캠프

- 2월 27 양경 전역기념 서울타워 나들이

- 3월 10 낙성대역 더 차돌에서 봄학기 맞이 개강회식
- 12 안준모 석사 학위논문 중간발표
- 13 정재웅 A형이니까 버거킹
- 22-27 249th ACS National meeting, Denver, USA

- 4월 3 지질자원연구원 2015년 주요사업 kick-off meeting, 전라남도 해남
- 9-10 한국지하수토양환경학회 춘계학술발표회, 제주도 롯데시티호텔
- 16-17 한국생물공학회 춘계학술발표회 및 국제심포지움, 전라남도 여수 여수엑스포
- 17 사격장 연구단 5차년도 착수보고회
- 23 이호섭 석사 학위논문 중간발표
- 28 양경 박사 학위논문 1차 최종심사

- 5월 14 KIST 조강우 박사 세미나
- 18-21 Battelle, Miami, USA
- 27 현대과제 kick-off meeting

- 6월 1 낙성대역 솔뚜껍삼겹살에서 학부생과 함께하는 봄학기 종강회식
- 15 양경 박사 학위논문 최종심사
- 25 교수님 토양정화자문위원회 위원장 임명
- 25 대한환경공학회 전문가그룹 학술대회 및 정슬기 박사 신진연구자상 수상, 서울 성균관대학교
- 30 안준모, 이호섭 석사 학위논문 최종심사

- 7월 9 교수님 49번째 생신 기념 파티
- 10 정슬기 박사 한국기초과학지원연구원 취직 축하 기념으로 이수역 중국집 '개화'에서 파티
- 16 한준경 선배님 한국방문기념 윗공대 비비큐에서 점심식사
- 17 한국외국어대학교 조은혜 교수 초청으로 외대 용인캠퍼스 자연대 앞마당에서 비비큐 파티

- 8월 28 졸업식; 양경 박사, 이호섭 석사, 안준모 석사된 날

- 9월 1 교수님 연구부학장 취임
- 10 고등어회가 맛있는 교대역 성산포바당에서 가을학기 맞이 개강회식
- 18 건설환경공학부 체육대회 'Cyleempic' 참가
- 19 양경 박사 결혼식, 서울대 연구공원

- 10월 15 한국지하수토양환경학회 사격장연구단 특별세션 개최 및 연구지원협의체 자문회의
- 15-16 한국지하수토양환경학회 추계학술발표회, 경기도 곤지암리조트
- 28-30 대한환경공학회 국내학술대회, 부산 BEXCO

- 11월 7 임상순 결혼식, 세빛섬
- 18 김상현과 정현용 전문연구요원 합격 기념 라쿠치나에서 점심 식사
- 20 응용생태공학회 학술발표대회, 서울 연세대학교
- 26 안진성과 주원정 박사 학위논문 계획발표

- 12월 5 졸업생과 재학생, 그리고 2016년도 신입생이 함께 하는 토양환경실험실 연말 파티
- 15-20 Pacifichem, Hawaii, USA
- 17 남택우 박사 학위논문 중간발표
- 29 양경 박사 한국생산성본부 취직 기념 점심 식사

PUBLICATION

ISI-LISTED

- Eun Hea Jho, Jinwoo Im, Kyung Yang, Young-Jin Kim, Kyoungphile Nam*
Changes in soil toxicity by phosphate-aided soil washing: Effect of soil characteristics, chemical forms of arsenic, and cations in washing solutions
Chemosphere, 119:1399-1405 (2015.01)
- Kyung Yang, Jinwoo Im, Seulki Jeong, Kyoungphile Nam*
Determination of human health risk incorporating experimentally derived site-specific bioaccessibility of arsenic at an old abandoned smelter site
Environmental Research, 137:78-84 (2015.02)
- Seulki Jeong, Hee Sun Moon, Kyoungphile Nam*
Increased ecological risk due to the hyperaccumulation of As in *Pteris cretica* during the phytoremediation of As contaminated site
Chemosphere, 122:1-7 (2015.03)
- Jinsung An, Eun Hea Jho*, Kyoungphile Nam
Effect of dissolved humic acid on the Pb bioavailability in soil solution and its consequence on ecological risk
Journal of Hazardous Materials, 286:236-241 (2015.04)
- Jinsung An, Junseok Lee, Gyuri Lee, Kyoungphile Nam, Hye-On Yoon*
Combined use of collision cell technique and methanol addition for the analysis of arsenic in a high-chloride-containing sample by ICP-MS
Microchemical Journal, 120:77-81 (2015.05)
- Jinwoo Im, Kyung Yang, Eun Hea Jho*, Kyoungphile Nam
Effect of different soil washing solutions on bioavailability of residual arsenic in soils and soil properties
Chemosphere, 138:253-258 (2015.06)
- Sangsoon Im, Jae-Woong Jung, Eun Hea Jho*, Kyoungphile Nam
Effect of soil conditions on natural attenuation of 2,4,6-trinitrotoluene (TNT) by UV photolysis in soils at an active firing range in Korea
Journal of Soils and Sediments, 15(7):1455-1462 (2015.07)
- Junmo Ahn, Eun Hea Jho*, Kyoungphile Nam
Effect of C/N ratio on polyhydroxyalkanoates (PHA) accumulation by *Cupriavidus necator* and its implication on the use of rice straw hydrolysates
Environmental Engineering Research, 20(3):246-253 (2015.09)
- Jinwoo Im, Kyung Yang, Seheum Moon, Young-Jin Kim, Kyoungphile Nam*
Role of phosphate and Fe-oxides on the acid-aided extraction efficiency and readsorption of As in field-aged soil
Journal of Hazardous Materials, 300:161-166 (2015.12)

PUBLICATION

DOMESTIC

- 박제량*, 정진호, 남경필, 이애란, 조강현
우리나라 대학에서 응용생태공학 교육의 현황과 개선
Ecology and Resilient Infrastructure, 2(1):012-021 (2015.03)
- 주원정, 조은혜, 남경필*
황철석과 토착미생물이 광미를 활용한 전기 생산에 미치는 영향
Ecology and Resilient Infrastructure, 2(1):093-098 (2015.03)
- 정재웅, 남택우, 남경필*
다양한 실내 침투 휘발물질 농도 예측 방법을 이용한 토양오염물질의 실내흡입 위해성평가
Journal of Soil and Groundwater Environment, 20(4):51-65 (2015.08)
- 정재웅, 남경필*
다양한 위해성평가 방법에 따라 도출한 토양오염 판정기준의 차이에 관한 연구(III): 우리나라 납 오염 위해성평가 방법 제안
Journal of Soil and Groundwater Environment, 20(6):1-7 (2015.12)
- 정재웅, 문희선, 남경필*
오염물질 확산방지를 위한 운영중 군 사격장 환경관리방안에 대한 고찰
Journal of Soil and Groundwater Environment, 20(6):8-18 (2015.12)
- 김문경, 정재웅, 남경필, 정슬기*
화약류 및 중금속의 인체위해성평가 및 생태독성에 기반한 토양허용농도 도출에 관한 연구
Journal of Soil and Groundwater Environment, 20(6):19-27 (2015.12)
- 정재웅*, 유기현, 남경필
제일인산칼륨과 벤토나이트 처리를 통한 토양 내 TNT와 중금속 이동성 및 인체위해도 저감 기술
Journal of Soil and Groundwater Environment, 20(6):28-36 (2015.12)
- 김문경, 정재웅, 남경필*
토양효소활성 측정법을 이용한 화약류 오염토양 독성평가
Journal of Soil and Groundwater Environment, 20(6):37-45 (2015.12)
- 유기현, 정재웅, 남경필*
TREECS 프로그램을 이용한 화약류 오염 군 사격장 토양의 TNT와 RDX 유출 특성 연구
Journal of Soil and Groundwater Environment, 20(6):133-139 (2015.12)

CONFERENCE



2015.04.09 한국지하수토양환경학회 춘계학술발표회에서 발표하고 있는 정슬기 박사

INTERNATIONAL

- 249th American Chemical Society National Meeting & Exposition, Colorado Convention Center, Colorado, USA, 2015.03.22-26
 - Won Jung Ju, Eun Hea Jho, Kyoungphile Nam
 - ˆEffect of initial pH and temperature on performance of pyrite-fuel cell assisted by *Acidithiobacillus ferrooxidans*,
 - Junmo Ahn, Eun Hea Jho, Kyoungphile Nam
 - ˆEffect of two-phase pretreatment of rice straw on polyhydroxyalkanoates (PHAs) synthesis,
 - Sanghyun Kim, Eun Hea Jho, Kyoungphile Nam
 - ˆMitigation of alkaline leachate generation from steel slags by microbially Induced Carbonate Precipitation,

- Battelle, 3rd International Symposium on Bioremediation and Sustainable Environmental Technologies, Hyatt Regency Miami Hotel, Miami, USA, 2015.05.18-21
 - Jae-Woong Jung, Kyoungphile Nam
 - ˆEvaluation of vapor intrusion risks of benzene-contaminated sites using various guidance: KMOE, USEPA, ASTM, and Dutch RIVM,
 - Hyeon Yong Chung, Eun Hea Jho, Won Jung Ju, Kyoungphile Nam
 - ˆChromium(VI) detection using MFC Concept,
 - Eun Hea Jho, Won Jung Ju, Hyeon Yong Chung, Kyoungphile Nam
 - ˆApplication of microbial fuel cell to treat pyrite-containing mine tailings,

- The 13th International Symposium on East Asian Resources Recycling Technology (EARTH2015), Dusit Thani, Pattaya, Thailand, 2015.11.01-04
 - Junmo Ahn, Eun Hea Jho, Kyoungphile Nam
 - ˆBacterial production of copolymer of 3-hydroxybutyrate (3HB) and 3-hydroxyvalerate (3HV) as a bioplastic raw material from rice straw,

- PACIFICHEM, The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2015, Hawaii Convention Center, Hawaii, USA, 2015.12.15-20
 - Won Jung Ju, Eun Hea Jho, Kyoungphile Nam
 - ˆSequential treatment of mining waste using bacterial assisted fuel cell technology,

DOMESTIC

■ 한국지하수토양환경학회 춘계학술발표회, 롯데시티호텔, 제주도, 2015.04.09-10

- 양경, 정현용, 정재웅, 남경필
‘비소 오염 부지의 비소 오염 특성과 생물학적이용성을 고려한 정화 및 관리방안 수립.’
- 정슬기, 양우진, 문희선, 남경필
‘사이드로포어 분비 미생물 주입에 의한 식물상 정화공법의 효율 향상 및 토착미생물과의 경쟁에 관한 연구.’
- 양경, 김병철, 유기현, 최용주, 남경필
‘철산화물을 이용한 비소 오염 토양의 안정화 기술.’
- 임진우, 양경, 남경필
‘인산염과 장기 수침을 이용한 비소 오염토양 세척법 적용 가능성 평가.’
- 주원정, 조은혜, 남경필
‘Optimal conditions for enhancing electrical performance of pyrite-fuel cell.’
- 정현용, 주원정, 조은혜, 남경필
‘미생물 연료전지 개념을 활용한 산성 수계 6가 크롬 탐지.’
- 김상현, 정보영, 남경필
‘탄산염 생성 미생물을 이용한 제강슬래그 용출수의 pH 저감기술 개발.’
- 김병철, 양경, 남경필
‘철산화물을 이용한 토양오염비소의 안정화 효과 및 생물학적 이용성 감소에 관한 연구.’

■ 한국생물공학회 춘계학술발표대회 및 국제심포지움, EXPO, 여수, 2015.04.16-17

- Won Jung Ju, Eun Hea Jho, Kyoungphile Nam
‘Effect of dissolved oxygen concentration on *Acidithiobacillus ferrooxidans*-assisted pyrite fuel cell.’
- Junmo Ahn, Eun Hea Jho, Kyoungphile Nam
‘Effect of rice straw hydrolysate concentration on poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxuvaleate) synthesis by *Cupriavidus necator*.’

■ 제 1회 대한환경공학회 전문가그룹 학술대회, 성균관대학교, 경기도, 2015.06.25

- 정재웅, 남경필
‘MKP/벤토나이트를 이용한 군 사격장 내 화약류/중금속 유출저감 및 위해도 관리.’
- 정슬기, 문희선, 남경필
‘식물상 정화공법에서 사이드로포어-비소 복합체 형성을 통한 식물체 내 비소 흡수 효율 향상에 관한 연구.’

■ 한국지하수토양환경학회 추계학술발표회, 곤지암리조트, 경기도, 2015.10.15-16

- 유기현, 정재웅, 남경필
‘TREECS 프로그램을 이용한 군 사격장 토양의 TNT와 RDX 이동 특성 예측.’
- 김상현, 남경필
‘탄산염과 알루미늄염을 이용한 제강슬래그 용출수의 pH 저감기술 개발.’
- 정재웅, 문희선, 남경필
‘운영중 군사격장 환경관리 체계 구축방안.’

■ 대한환경공학회 국내학술대회, BEXCO, 부산, 2015.11.28-30

□ 주원정, 조은혜, 남경필

‘Facilitated pyrite dissolution through galvanic oxidation: Role of iron oxidizing bacteria,

□ 안진성, 유기현, 남경필

‘주요 양이온 및 음이온과 fulvic acid의 농도 변화가 비소의 생물독성에 미치는 영향: Biotic ligand model의 적용,

■ 2015 응용생태공학회 학술발표대회, 연세대학교, 서울, 2015.11.20

□ 주원정, 조은혜, 남경필

‘장기적 생태영향 최소화를 위한 광물 찌꺼기의 무해화: 갈바닉 산화를 통한 양이온 중금속의 침출 촉진,

AWARDS AND ACADEMIC HONORS

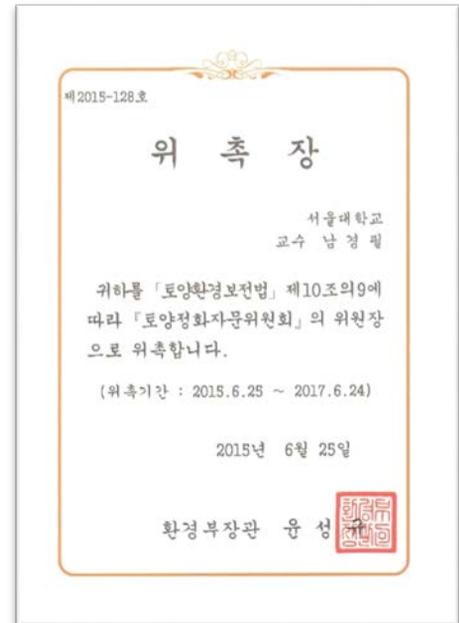
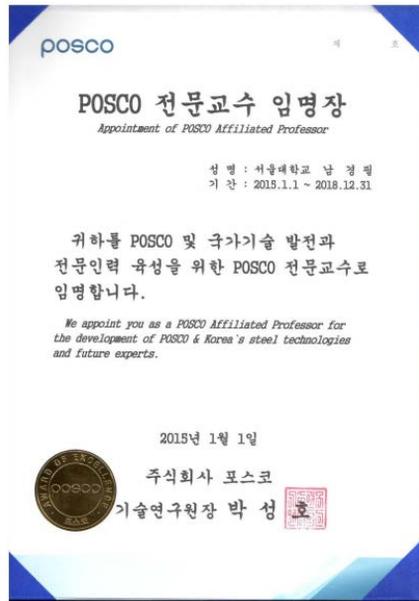
교수님

■ [임명장] POSCO 전문교수

□ 2015년 01월 01일 / POSCO

■ [위촉장] 토양정화자문위원회 위원장

□ 2015년 06월 25일 / 환경부장관

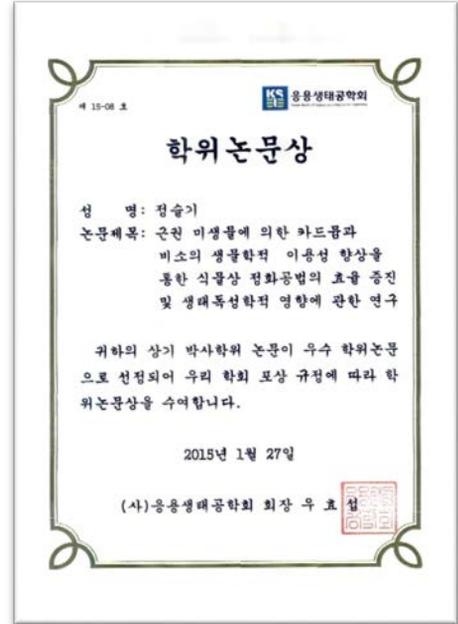


SQL 식구들

■ 응용생태공학회 학위논문상

□ 2015년 01월 27일 / 응용생태공학회

정승기 : '근권 미생물에 의한 카드뮴과 비소의 생물학적 이용성 향상을 통한 식물상 정화공법의 효율 증진 및 생태독성학적 영향에 관한 연구,



■ 제3회 응용생태공학회 아이디어공모전

□ 2015년 11월 20일 / 응용생태공학회

주원정 : 은상 '토착미생물 활용 에너지 자립형 in-situ 광물찌꺼기 정화 기술,
정현용 : 동상 'MICP-Slag를 활용한 사면안정화,



PATENT AND TECHNOLOGY TRANSFER

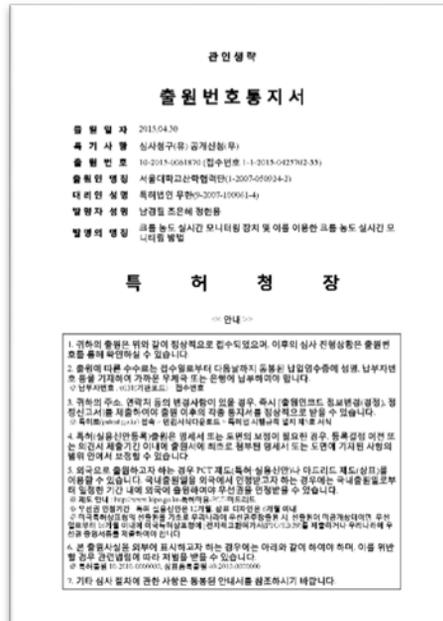
PATENT

■ [출원] 크롬 농도 실시간 모니터링 장치 및 이를 이용한 크롬 농도 실시간 모니터링 방법

- 남경필, 조은혜, 정현용
- 출원번호: 10-2015-0061870
- 출원일자: 2015년 04월 30일

■ [출원] 차수 블록 및 이를 포함하는 차수 블록 집합체

- 남경필, 박준범, 정충기, 곽태영, 안진성, 이승환
- 출원번호: 10-2015-0114421
- 출원일자: 2015년 08월 13일



TECHNOLOGY TRANSFER

■ [특허] 독성 저감원소 분석을 이용한 토양의 오염도 측정방법

- 이전기업명: 지오그린21
- 실시일자: 2015.08.03

■ [노하우] 자연기원 무기물의 공극수 농도에 기반한 토양위해도 예측기술

- 이전기업명: 지오그린21
- 실시일자: 2015.08.03

RESEARCH PROJECTS

- **사격장 부지 화약류 중금속 처리기술 개발
(사격장 부지 화약류중금속 처리기술개발 연구단)**
환경부 (GAIA Project), 2011.04-2016.03, 연구책임자 (남경필)
- **토양오염부지 위해성평가 시범사업 및 선진화 방안 연구**
환경부 국립환경과학원, 2015.05-2015.11, 연구책임자 (남경필)
- **제 2 여객터미널 조성공사현장 위해성평가용역**
인천국제공항공사, 2015.02-2015.07, 연구책임자 (남경필)
- **(구)장항제련소 송림지역 위해성평가**
주식회사 대일이앤씨, 2014.12-2015.04, 연구책임자 (남경필)
- **복합오염 준설토 생물학적 정화공정 및 정화토의 환경위해성 평가**
현대건설(주), 2015.04-2016.03, 연구책임자 (남경필)
- **슬래그볼의 재활용 환경안정성 및 인체위해성평가**
한국지질자원연구원, 2015.03-2015.11, 연구책임자 (남경필)
- **제강슬래그를 활용한 오염 중금속 안정화/고형화 기술개발 및 통합환경안정성평가
기법확립**
POSCO, 2015.10-2016.10, 연구책임자 (남경필)
- **광미의 재이용을 통한 전기 생산 및 산성광산배수 발생의 사전 예방을 위한 자립형
자원순환 기술 개발**
미래창조과학부 (신진연구자지원사업), 2014.05-2017.04, 연구책임자 (조은혜)

RESEARCH BY SUBJECTS



2015.03.19 생분해성 바이오플라스틱의 원료로 사용되는 볏짚을 들고 35동 옥상에서 포즈를 취하는 안준모

위해성평가를 통한 오염도 조사 및 합리적인 정화수준 결정에 관한 연구

정재용, 양경, 김문경, 주원정, 정현용, 유기현

■ 관련 연구과제

- 사격장 부지 화약류 중금속 처리기술 개발(사격장 부지 화약류중금속 처리기술개발 연구단) [환경부 GAIA]
- 토양오염부지 위해성평가 시범사업 및 선진화 방안 연구 [환경부 국립환경과학원]
- 제 2 여객터미널 조성공사현장 위해성평가용역 [인천국제공항공사]
- (구)장항제련소 송림지역 위해성평가 [한국환경공단]
- 복합오염 준설토 생물학적 정화공정 및 정화토의 환경위해성 평가 [현대건설(주)]
- 슬래그볼의 재활용 환경안정성 및 인체위해성평가 [한국지질자원연구원]

■ 연구배경

환경위해성평가는 화학물질(유류, 중금속 등)에 의한 환경오염으로 인해 발생할 수 있는 인체 건강영향(암 발생, 장기손상 등)이나 생태독성(생식장애, 성장저해 등)의 유형 및 영향발생가능성(위해도)을 정량화하고, 위해도를 허용 가능한 수준 이내로 저감시킬 수 있는 합리적 대안을 제시하는 기법이다. 각종 산업활동으로 인해 화학물질에 의한 환경오염은 날로 증대되고 있으며, 이로 인한 인체 건강영향 및 생태독성의 우려도 커지고 있기 때문에, 위해성평가를 통해 이러한 문제점을 파악하고 합리적 대책을 마련하는 것의 중요성은 날로 커지고 있으며, 이는 우리의 일상 생활과도 밀접한 관계가 있다.

■ 연구 목표

환경위해성평가에서 위해도는 환경오염물질 노출량과 허용노출량의 비율을 의미하며, 노출량이 허용노출량보다 크면, 오염물질 노출에 의한 건강영향이 발생할 수 있기 때문에, 이를 극복할 수 있는 합리적 대안이 마련되어야 한다. 이러한 대안에는 환경오염물질을 직접 정화하는 방안도 있지만, 오염물질의 노출이나 이동을 차단하는 소극적 방법도 포함될 수 있으며, 최적의 대안을 선정하기 위해서는 오염물질의 물리화학적 특성, 오염부지의 지질학적/수리지질학적 특성, 정화에 필요한 사회적 비용 및 시간에 대한 고려가 종합적으로 이루어져야 한다. 따라서 위해성평가는 단순한 위해도 산정 뿐 아니라 각종 환경공학적, 화학적, 생물학적, 지질학적, 경제학적 지식을 바탕으로 한 종합적인 의사결정 체계라고 볼 수 있다.

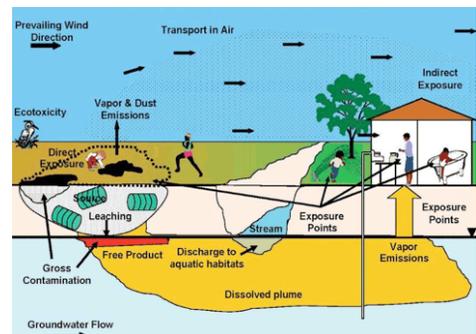
■ 연구내용

인체 위해성평가는 유해성확인(hazard identification), 용량-반응평가(dose-response relationship), 노출평가(exposure assessment) 및 위해도결정(risk characterization)과 같은 4 가지 단계를 통해 수행된다. 사용가능한 정화 및 복구기술의 수준과 위해성평가(risk assessment) 패러다임을 총체적으로 연관지어 토양환경이 받아들일 수 있는 오염수준(environmentally acceptable endpoint)을 결정하는 작업을 수행한다. 또한 위해성에 근거하여 오염된 토양의 목표정화수준(target clean-up risk)을 새로이 설정한다.

■ 기대효과

화약류, 중금속 및 불소 등 다양한 물질로 오염된 사격장, 공항부지, 제련소 인근 지역 및 자원 재활용 부지의 인체 위해성평가를 통해 오염부지의 특수성을 고려한 합리적인 정화 실시 여부 및 수준 결정, 정화기술 선정 및 부지 관리가 가능할 것으로 기대된다. 선진화된 토양오염물질 위해성평가 방안을 구축함으로써 기존의 토양오염물질 정화 및 복구사업을 보다 과학적, 합리적, 경제적 체계로 전환할 수 있을 것으로 기대된다.

<오염물질 이동에 따라 다양한 노출발생지점 존재>



성·복토재로 재사용되는 철강슬래그의 인체 및 환경영향 평가 방안에 관한 연구

남택우, 이호섭

■ 관련 연구과제

- 위해성평가에 근거한 제강슬래그의 토목, 건설재료로서의 재활용 안정성 평가 [(재)포항산업과학연구원]

■ 연구배경 및 목표

철강슬래그는 현행 “폐기물관리법”에 따라 용출시험 규제기준을 만족하면 “철강슬래그 및 석탄재 배출사업자의 재활용지침”에서 제시하는 용도로 재활용이 가능하다. 제강슬래그, 페로니켈슬래그 등의 철강슬래그는 성토용 골재·복토용 골재·도로용 골재 등 토목/건설재료로 재활용되어 ‘토양 또는 그 일부’로 사용될 수 있다. “철강슬래그 및 석탄재 배출사업자의 재활용지침”에는 ‘토양 또는 그 일부’로 사용되는 철강슬래그에 대한 환경 가이드라인이 없어 인체와 환경에 미치는 영향에 대한 안전성을 확보하기 어려운 실정이다. 본 연구에서는 ‘토양 또는 그 일부’로 재사용된 철강슬래그의 인체 및 환경영향에 대해 평가를 수행하고 이를 바탕으로 환경 안전성을 확보할 수 있는 재활용 가이드라인을 제안하고자 한다.

■ 연구내용

[1] 철강슬래그의 토양오염 유발 가능성 평가

철강슬래그에는 고농도의 불소가 함유되어 있으며, 이 농도는 토양오염 우려기준을 초과한다. 철강슬래그 내 불소는 형석 또는 큐스피다인의 광물로 존재하는 것으로 확인되었다. 형석과 큐스피다인에 함유된 불소는 물에 의해서도 용출이 가능하여 지속적으로 용출이 가능하다. 철강슬래그 내 불소의 농도가 높기 때문에 인체에 영향을 미칠 가능성이 있으며, 또한 불소가 지속적으로 용출될 수 있으므로 용출수 발생에 의하여 주변 환경에도 영향을 미칠 가능성이 있다.

[2] 철강슬래그 함유 불소에 의한 인체 영향 평가

토양오염물질에 의한 인체위해성평가를 수행하여 철강슬래그 내 불소의 인체 영향을 평가한 결과, 철강슬래그 내 불소는 인체에 위해를 미칠 수준은 아닌 것으로 확인되었다.

[3] 철강슬래그 용출수에 의한 주변 환경 영향 평가

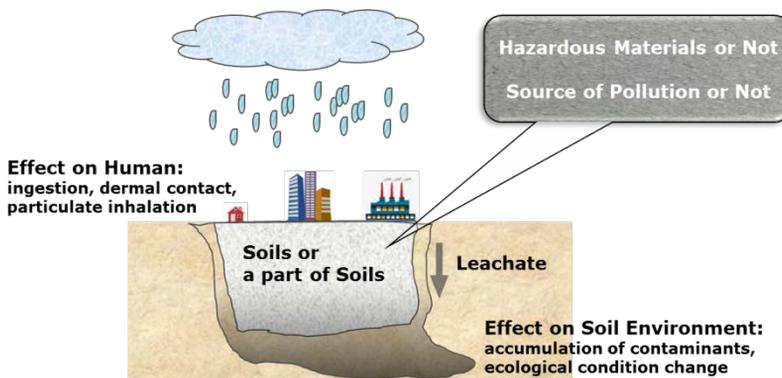
철강슬래그에서 발생한 용출수가 토양으로 유입되는 경우 토양의 pH가 상승하여 알칼리화되었으며 토양에 불소 및 중금속이 소량 축적되는 것으로 확인되었다. 불소 및 중금속의 축적 정도는 생태적으로 영향을 미치는 수준은 아닌 것으로 추정되며, 토양의 알칼리화에 의하여 식물의 성장을 저해하고 미생물 군집이 변화되는 것으로 추정된다.

[4] 철강슬래그 함유 불소 및 중금속의 장기용출예측

불소 및 중금속은 지속적으로 용출될 가능성이 있으므로 Percolation-controlled scenario를 적용하여 장기용출농도를 예측하고 주변 환경에 미치는 영향을 예측하고자 한다.

■ 기대효과

본 연구를 통해 ‘토양 또는 그 일부’로 재사용할 때 환경안전성을 확보할 수 있는 환경 가이드라인을 제안하여 산업의 일부로 필수적으로 발생하는 부산물을 환경적 측면에서 안정적으로 재활용할 수 있기를 기대한다.



■ 관련 연구과제

- 중금속 오염특성에 따른 위해오염도 평가기술 개발 [환경부 GAIA]

■ 연구배경

중금속을 포함한 무기오염물질로 인한 토양오염문제는 휴·폐광산, 철도 및 군사기지, 산업시설 및 농경지 등 광범위한 부지에서 발생되고 있으며, 인체 및 생태독성에 대한 우려가 점차 증가되고 있는 추세이다. 특히, 뚜렷한 배출원이 없는 상황에서도 비소 및 불소와 같은 음전하를 띠는 무기오염물질이 현행 토양환경기준에 근접하거나 상회하는 양상이 지속적으로 보고되고 있다. 이러한 자연기원 음이온 무기오염물질에 의한 토양오염은 그 범위가 인위적 기원에 비해 넓으며, 토양 중 생물학적이용성이 낮은 광물형태(mineral forms)로 존재할 개연성이 크다. 따라서 전함량 기준 오염도 평가 시, 광범위한 토양이 오염부지로 판정될 개연성이 있으므로, 자연기원 오염에 대한 효과적인 평가 및 관리방안이 수립되어야 한다.

■ 연구목표

현장특이적(site-specific)으로 변화하는 토양 공극수 중 독성영향인자들을 고려하여 음이온 무기오염물질의 독성 발현 농도(위해 농도)를 예측할 수 있는 기법과 이를 이용한 위해 오염도 평가기술 개발을 목표로 한다.

■ 연구내용

[1] Biotic ligand model(BLM)을 이용한 비소 및 불소의 위해 농도 예측

BLM은 수계에 존재하는 양이온 중금속들의 독성을 예측하기 위해 개발된 모형이다. 본 연구에서는 BLM의 개념을 토양 공극수로 확장하여, 공극수 중 비소와 불소의 독성을 예측하기 위한 모형을 개발한다. 공극수 내 주요 음이온(PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , NO_3^- , HCO_3^-)에 의한 경쟁효과(competition effect)에 의해 비소와 불소의 독성이 저감되는 정도를 파악하고 이를 파라미터화 하여 BLM 모형에 반영한다. 또한 주요 양이온(Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+)에 의한 세포막 전위 변화 여부와 용존유기탄소(dissolved organic carbon, DOC)에 의한 착물 형성 여부를 파악하여 독성에 미치는 영향에 대한 정량화를 수행한다. 뿐만 아니라 pH에 의해 변화하는 비소 종의 영향을 고려할 수 있도록 BLM 모형을 개선하여 위해 농도 예측력을 향상시키기 위한 연구를 수행하고 있다.

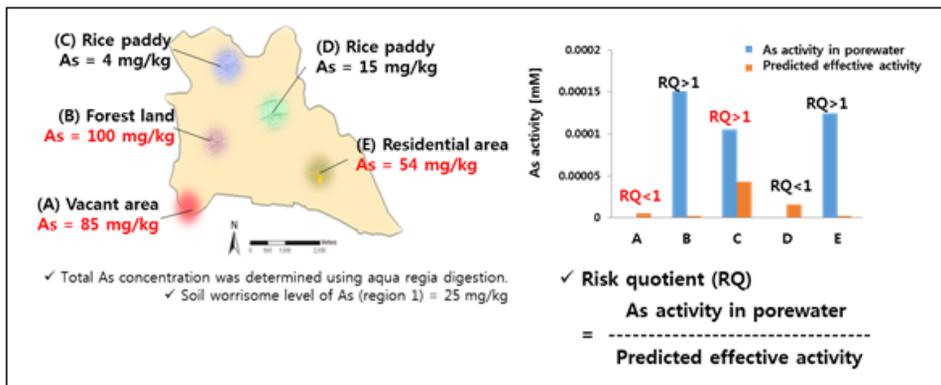
[2] BLM과 종 민감도 분포를 결합한 토양 및 토양 공극수 위해 오염도 평가

BLM은 생물종 특이적인 독성예측모형이다. 따라서 다양한 토양 서식 생물종들이 안전한 수준의 토양 및 토양 공극수 허용농도(permissible level)를 계산하기 위해서, 종 민감도 분포(species sensitivity distribution, SSD)의 개념을 병합한다. BLM을 통해서 현장특이적인 환경인자들의 독성영향을 고려함과 동시에 SSD를 통해서 다양한 종들이 생태독성학적으로 안전한 수준의 토양 및 토양 공극수 내 허용농도를 산정하고, 이를 이용하여 현장특이적인 위해 오염도 평가를 수행하고자 한다.

■ 기대효과

본 연구를 통해 기존의 획일화된 환경기준 적용체계에서 탈피하여 위해 오염도를 기반으로 한 합리적 정화목표 설정 및 현장특성을 고려한 최적정화기술 선정 등 보다 합리적이고 비용효율적인 중금속 오염토양 관리체계로의 전환이 가능할 것으로 기대된다.

<개발한 BLM을 이용한 토양 공극수 내 비소의 위해 오염도 평가결과(예시)>



갈바닉 산화를 통한 황철석 용해 촉진 및 이를 이용한 광산 폐기물 내 중금속 제거

주원정

■ 관련 연구 과제

- 광미의 재이용을 통한 전기 생산 및 산성광산배수 발생의 사전 예방을 위한 자립형 자원순환 기술 개발 [미래창조과학부 신진연구자지원사업]

■ 연구배경

국내에는 약 5,000여개 이상의 폐광산이 분포하고, 대량의 광산 폐기물이 폐광산에 적치되어 있다. 금속 광산의 경우에는 폐석 이외에 광석의 처리 과정에 있어서 약 8,800만 톤가량의 광미가 발생하기 때문에 환경적인 측면에 있어서도 이들의 효과적인 처리와 재활용을 위한 방안의 모색이 중요한 과제가 되고 있다. 일반적으로 광미는 중금속을 함유하고 있으며 선광 공정의 파분쇄 작업에 의해 미립자로 존재하므로 비표면적 증가로 인한 반응성이 높아 이에 대한 관리가 부실할 경우 주변 지역 오염의 원인이 되고 있다. 특히 황철석과 중금속을 함유한 광산 폐기물은 광산 주변 수계 및 토양 오염의 주요 원인이 되고 있다. 광산 폐기물 내 황철석은 산소와 물에 의해 산화되면서 pH를 저하시키고 이는 중금속의 용해도를 증가시킨다. 황철석과 중금속을 함유한 광미 내 황철석의 용해 촉진은 양이온 중금속이 제거되는데 기여되고 이를 통해 광미가 무해화될 수 있다.

■ 연구목표

고농도로 중금속을 함유한 광산 폐기물의 무해화 및 전기생산

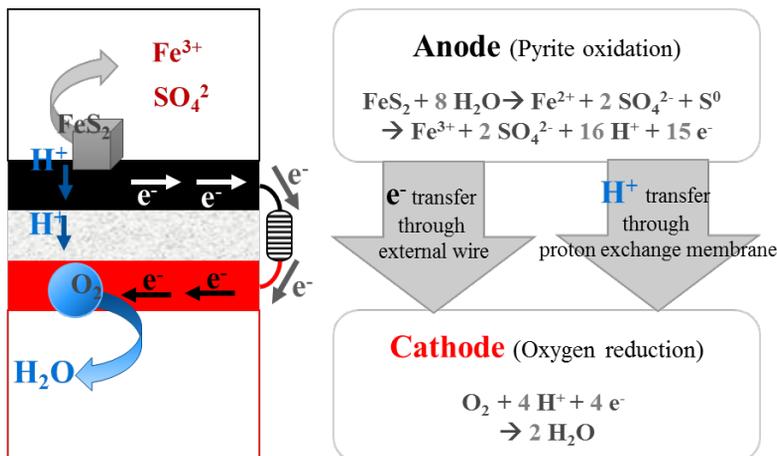
■ 연구내용

본 연구에서는 전극 설치를 통해 전기-화학적 황철석의 산화 반응(Galvanic oxidation) ($\Delta G_0 = -27.15 \text{ kJ/mol}$)을 유도한다. 이 반응에서는 황철석이 전자공여체로, 전극이 전자수용체로 작용한다. 갈바닉 황철석 산화 반응을 유도하기 위하여 음극부에서는 전극의 표면에서 황철석 시료의 산화반응($\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$)이 일어나도록 하고, 공기 중 산소에 노출된 양극부에서는 산소의 환원반응($\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$)이 일어나도록 한다.

■ 기대효과

오지에 위치하고 있는 광산의 공간적 제약 등으로 인해 적극적 정화공법이 이루어지지 못하고 방치되어 있는 고농도 중금속 함유 광미에 적용할 수 있는 중금속 정화를 위한 기술적 기반을 제공한다. 또한 광산 폐기물 무해화시 생산되는 전기 생산량을 광미의 무해화 모니터링 용도로 사용할 수 있다. 또한 국내외 광산에 적재되어 있는 고농도로 중금속을 함유한 광산 폐기물의 무해화를 통해 전함량 농도 규제를 원칙으로 하는 토양환경보전법을 만족하면, 갭도 충전재로 활용하거나 오염토양의 정화 후 복토재 및 토양개량제로도 활용이 가능해 광미의 재활용 가능성을 증가시킬 수 있다.

<갈바닉 산화를 통한 광미 내 황철석의 용해>



농업 부산물을 이용한 생체적합성 의료용 바이오플라스틱 생산기술 개발

안준모, 김문경, 김병철

■ 연구배경

석유계 자원의 고갈과 폐기물 해양투기를 금지하는 런던협약 등에 의해 폐기물자원화 기술이 세계적으로 요구되고 있다. 이에 본 연구에서는 농업부산물을 이용하여 생체적합성이 뛰어난 바이오플라스틱 원료물질을 생산하는 기술을 개발하고자 한다.

■ 연구목표

본 연구의 목적은 기존의 석유계 플라스틱 또는 현재 상용중인 생분해성 바이오플라스틱인 polylactic acid(PLA)와는 차별적인, 생체적합성이 뛰어난 의료용 고부가가치 바이오플라스틱 원료물질인 polyhydroxyalkanoate(PHA)를 생산하는 것이며, 이를 위해 바이오리파이너리(biorefinery) 개념을 이용한 기술을 개발하는 것이다.

■ 연구내용

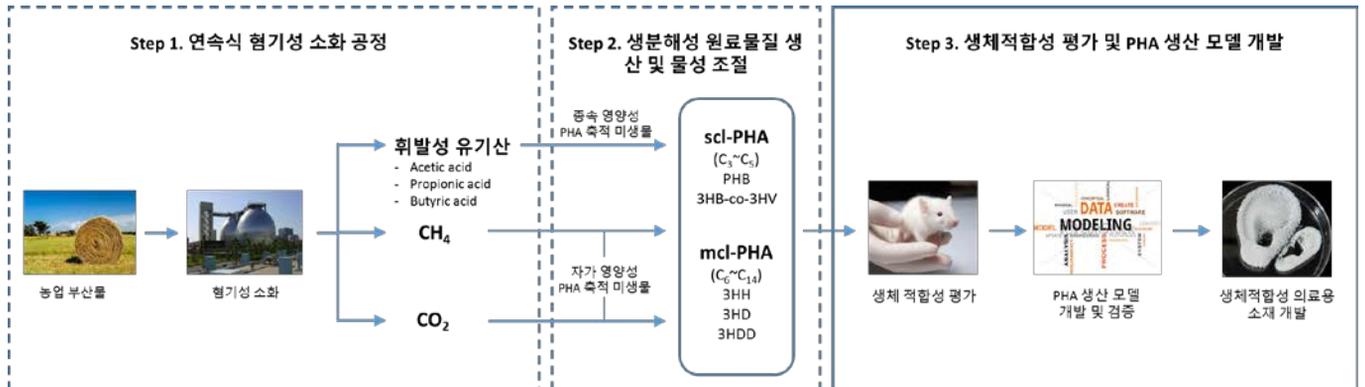
뱃짚 혐기성 소화(anaerobic digestion)를 이용한 생분해성 바이오플라스틱 생산 원천기술을 연속식 교반탱크형반응기에 적용하여 지속적인 휘발성 유기물 및 바이오가스 생산하는 시스템 구축한다. 연속식 혐기성반응조의 유기물 부하율, 수리학적 체류시간, pH 등의 변화를 통해 휘발성 유기물 및 바이오가스 생산 최적운전조건을 도출한다.

뱃짚 혐기성소화를 통해 발생한 유기산을 이용하는 중속영양미생물의 바이오플라스틱의 축적능을 확인하고 뱃짚 혐기성소화를 통해 발생한 바이오가스(메탄/이산화탄소)를 이용하는 자가영양미생물의 바이오플라스틱의 축적능을 확인한다. 휘발성 유기산의 조성구분과 바이오가스과 유기산의 주입비율 변화를 통해 적용 용도에 적합한 물성 조절이 가능한 바이오플라스틱 생산기술을 개발하고 생산량을 최적화한다. 세포독성시험, 응혈 시험, 동물 시험 등의 독성학적 평가를 통해 PHA의 생체적합성 평가 및 검증하여 의료용 바이오플라스틱을 생산한다.

추가적으로 실험적 고찰과 수학적 모델링을 통하여 다양한 물성을 가진 바이오플라스틱 생산 예측 모델을 개발하여 이를 다양한 농업부산물을 이용한 바이오 플라스틱 생산 공정에 적용, 예측한다.

■ 기대효과

기존의 생분해성 플라스틱 생산은 주로 잠재적 위험성을 가진 유전자조작미생물을 이용하지만, 본 연구에서는 바이오리파이너리 개념을 도입하여 원료물질의 성상에 따라 각기 적합한 토착미생물의 고유한 생분해성 플라스틱 축적 능력을 활용하고자 한다. 또한, 기존의 생분해성 플라스틱 생산은 화학적 중합공정을 이용하는 반면 본 연구에서는 완전한 생물학적 공정이 적용되므로 뛰어난 생분해성과 생체적합성을 가지는 바이오플라스틱을 생산할 수 있다. 본 연구를 통해서 유기성 폐기물 자원화 기술, 생물공학기술의 환경공학적인 적용, 생체적합성 의료용 소재 다양화 등과 같은 분야에 기술적 파급효과가 있으며, 또한 유기성 부산물의 재활용 및 화학연료 사용을 절감하고 고부가가치 의료용 물질을 생산함에 따라 사회, 경제적 파급 효과가 예상되는 미래형 고부가가치 기술을 개발할 수 있다.



Step 1. 연속식 혐기성 소화 공정: 농업부산물로부터 메탄, 이산화탄소, 휘발성유기물 등을 생산하는 바이오리파이너리 공정 적용 단계

Step 2. 생분해성 원료물질 생산 및 물성 조절: 중속 및 자가 영양성 미생물을 이용한 바이오플라스틱 원료물질 생산하는 단계

Step 3. 바이오플라스틱 생산 예측 모델 개발 및 생체적합성 평가: 실험적 고찰 및 수학적 모델링을 통하여 사용 용도에 적합한 바이오플라스틱 생산 예측 모델을 개발하고, 생체적합성을 평가하는 단계

탄산염과 알루미늄염을 이용한 BOF 슬래그 용출수의 pH 저감기술 개발

김상현

■ 관련연구과제

- 제강슬래그를 활용한 오염 중금속 안정화/고형화 기술개발 및 통합환경안정성평가 기법확립 [POSCO]

■ 연구배경 및 목표

철강 생산 시 발생하는 부산물 중 가장 큰 비율을 차지하는 제강슬래그는 '철강슬래그 및 석탄재 배출사업자의 재활용지침'에 따라 성·북토재와 같이 토양 또는 그 일부로 사용될 수 있다. 이렇게 재활용된 제강슬래그는 주된 구성 성분인 CaO (특히 free CaO) 때문에 수분에 노출될 경우 pH 12 이상의 고알칼리수를 발생시키므로 주변 토양 및 지하수 영향이 우려된다. 따라서 제강슬래그를 재활용하기 이전에 이러한 고알칼리수의 발생 저감을 위한 적절한 조치를 취할 필요가 있기에 그 방안으로 CO₃²⁻와 Al³⁺ 공급을 통한 제강슬래그 용출수의 pH 저감 효과에 대해 연구해 보고자 한다. 본 연구에서는 화학적인 침전 작용을 통해 BOF 슬래그의 고알칼리 용출수 발생 저감을 목표로 한다.

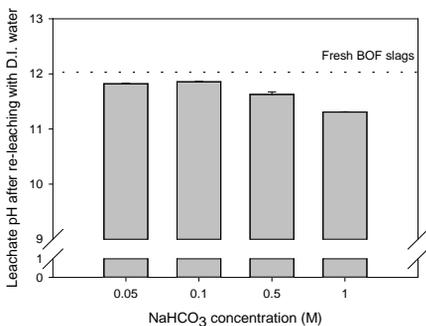
■ 연구내용

본 연구에서는 CO₃²⁻와 Al³⁺ 공급을 통한 제강슬래그 용출수의 pH 저감 효과에 대해 알아본다. 제강슬래그로부터 용출되는 free CaO는 CO₃²⁻와 반응하여 CaCO₃를 형성하는데, 이렇게 생성된 CaCO₃는 제강슬래그 표면에 침전되어서 추가적인 free CaO의 용출을 억제시킬 수 있다. 동시에, CaCO₃로의 전환을 통해 free CaO 자체를 제거함으로써 고알칼리수 발생 저감에 기여할 수 있다. 또한 Al³⁺는 발생된 고알칼리수의 OH⁻와 반응하여 Al(OH)₃ 침전물을 형성함으로써 직접적으로 용출수의 pH를 저감시킬 수 있다. 이러한 기작에 의한 고알칼리수 발생 저감 효과를 관찰하기 위해 농도 별 NaHCO₃, Al(NO₃)₃·9H₂O 용액을 제강슬래그와 1:5(g-slag:mL-solution)의 비율로 혼합하여 상온, 상압에서 48 h 동안 교반하는 회분식 실험을 진행하였다. 48 h의 교반 직후 상등액의 pH를 측정하였으며, ICP-AES를 이용하여 Ca²⁺, Al³⁺ 농도를 측정하였다. 상등액이 제거된 제강슬래그를 건조 시킨 후 적정(titration)을 통해 free CaO 함량을 측정하였으며, 위와 같은 교반 조건의 회분식 실험을 증류수를 이용해 한 번 더 수행하여 용출액의 pH를 측정하였다. 48 h 교반 직후 상등액의 pH는 0.05, 0.1, 0.5, 1.0 M의 NaHCO₃를 처리한 경우 각각 12.4, 12.4, 11.1, 9.6이었고 0.05, 0.1, 0.15 M의 Al(NO₃)₃·9H₂O를 처리한 경우 각각 10.6, 9.5, 8.8로 나타나 농도의 증가에 따라 pH 저감 효과가 증가함을 확인하였다. Free CaO 측정 결과, NaHCO₃ 처리한 제강슬래그에서는 뚜렷한 함량 감소가 나타나지 않았으나 Al(NO₃)₃·9H₂O 처리한 제강슬래그에서는 모든 free CaO가 제거되었음을 알 수 있었다. 이는 NaHCO₃를 처리할 경우 free CaO가 직접적으로 제거되는 것이 아닌, 제강슬래그 표면에 침전된 CaCO₃가 free CaO의 추가적인 용출을 억제함으로써 pH의 증가를 막기 때문인 것으로 판단되며 이는 XPS, TGA, SEM 분석을 통해 확인하였다. 반면 Al(NO₃)₃·9H₂O를 처리한 제강슬래그에서는 생성된 OH⁻가 Al³⁺와 반응하여 침전되면서 르 샤틀리에의 원리에 따라 free CaO의 용출이 촉진된다.

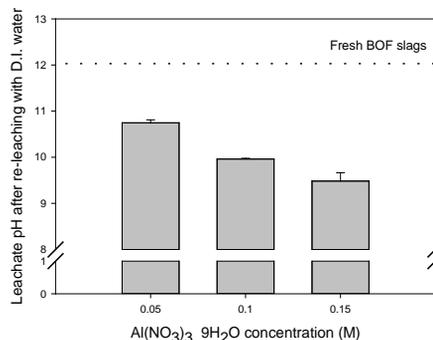
■ 기대효과

본 연구는 제강슬래그 재활용 시 발생하는 고알칼리수에 의한 주변 토양과 지하수 오염문제를 해결하여 제강슬래그의 안정적인 재활용에 기여할 수 있다.

<NaHCO₃ 처리된 BOF 슬래그를 증류수로 용출시켰을 때 pH>



<Al(NO₃)₃·9H₂O 처리된 BOF 슬래그를 증류수로 용출시켰을 때 pH>



미생물 매개 탄산칼슘 침전을 통한 비산먼지 발생 및 토양 침식 억제 기술 개발

정현용

■ 연구배경

중금속 오염부지에서의 비산먼지 발생으로 인해 이를 흡입한 인체에 대한 독성과 오염 확산이 문제가 되고 있다. 또한 기후변화와 목초지 감소로 인해 토양 침식이 촉진되고 있으며 침식으로 인한 토양 유실은 귀중한 자원의 손실이다.

■ 연구목표

미생물 매개 탄산칼슘 침전 작용을 토양에 적용해 지반을 개량하고, 이를 통해 비산먼지 발생과 토양 침식을 억제한다.

■ 연구내용

토양에의 미생물 매개 탄산칼슘 침전 적용과 이에 따른 토양 비산먼지 발생 저감량을 분석한다. 발생 저감 효율을 향상시키기 위하여 미생물 매개 탄산칼슘 침전 작용의 효율성 향상 방안을 연구한다. 이를 중금속 오염부지에 적용하기 위하여 중금속 오염부지에서 토양 시료를 채취하여 탄산칼슘 침전 미생물을 분리하고 효율성이 높은 미생물을 선정한다.

■ 기대효과

현재 세계적인 사막화와 이로 인한 토양 유실이 하나의 문제가 되고 있는데, 본 연구에서 개발한 기술을 활용하여 토양 침식을 억제함으로써 토양 자원을 보전할 수 있을 것으로 생각된다. 본 기술은 토양에 자연적으로 존재하는 미생물을 활용한 기술이므로, 화학물질을 사용하는 것에 비해 친환경적인 방법으로 비산먼지 발생과 토양 침식을 억제할 수 있을 것으로 기대되며, 이에 더해 중금속 오염부지에 적용함으로써 비산먼지 발생을 억제해 토양 침식 흡입으로 인한 위해도를 저감할 수 있을 것으로 기대된다.

<토양 표면의 탄산칼슘 침전: 탄산칼슘 침전으로 인해 토양 표면에 층이 형성됨 (예시)>



PROFILES IN SQL



정재웅

NICEM 선임연구원

사격장, 군사기지 및
각종 오염부지
위해성평가

newsted1@snu.ac.kr

■ 사격장, 군사기지 및 각종 오염부지 등의 오염현황을 파악하기 위한 위해성평가 기법에 관한 연구를 수행하고 있으며, 이 연구의 일환으로 환경부 지원사업인 “위해도에 기반한 사격장 오염부지의 평가 및 관리기술 개발” 연구단 과제를 통해 사격장 부지에 적용할 수 있는 환경관리 지침을 제작 중입니다. 2015년에는 사격장에서 발생한 오염물질의 주변환경으로의 확산 정도를 평가하기 위해 사격장 주변지역의 화약류 및 중금속 오염도 조사를 수행하였습니다. 사격장 주변지역의 지표수, 퇴적물, 대기 및 수생물의 오염도를 조사하고 그 결과를 해석하는 연구를 주로 수행하였습니다.

■ 또한, 2015년에는 실제 위해성평가 과제도 다수 수행하였습니다. 인천공항 부지의 불소오염 및 3개 반환미군기지 내 유류오염에 대한 위해성평가를 수행하였으며, 국립환경과학원에서 발주한 위해성평가 시범사업 과제를 통해 슬래그 매립부지에 대한 위해성평가도 수행하였습니다.



정슬기

한국기초과학지원연구원
선임연구원

환경 중 유해물질 분석,
슬래그 활용 중금속
안정화/고형화 기술,
환경안정성평가

sejong85@kbsi.re.kr

■ 제게 2015년은 크게 상반기와 하반기로 나눌 수 있겠네요. 상반기에는 사격장 연구단 환경정화기술 및 위해성평가연구센터에서 박사후과정으로 생활하면서 사격장 연구단 업무와 함께 주로 인체/생태계 보호를 위한 환경허용농도를 도출에 관한 연구를 수행했습니다. 박사학위 졸업 후 조금은 갑작스럽게 사격장 연구단 업무 및 관련 연구를 하게 되었지만 당시에 37동 제 앞자리에 앉아있던 진우에게 도움을 많이 받아 무사히 해나갈 수 있었던 것 같네요. 환경허용농도 도출 연구에 앞서 앞으로 SQL에서 자주 접하게 될 생태독성평가방법을 정리하는 일을 원정이, 우진이, 현용이와 함께 했습니다. 잘 정리된 자료들이 있으니 잊지 말고 연구에 활용하면 좋겠네요. 화약류 및 중금속의 환경허용농도 도출에 관한 연구는 문경이의 도움을 많이 받았습니다. 짧은 기간이었지만 수행한 연구를 잘 정리하여, 2015년 한국지하수토양환경학회 추계학술대회에서 개최된 사격장 연구단 특별세션에서 발표하고, 한국지하수토양환경학회지 사격장 연구단 특별호에 논문도 게재할 수 있었습니다. 2015년 하반기에는 한국기초과학지원연구원 환경대응팀에 소속되어 연구를 하고 있습니다. 연구원에서 현재는 호섭이와 함께 HPLC-ICPMS를 이용한 비소 6종의 동시분석법 개발에 관한 연구를 수행하고 있습니다. 마무리 실험 중이며 내년에는 결과는 잘 정리하여 논문도 게재할 예정입니다. 또한, 이산화탄소지중저장 관련 연구 및 해양환경영향평가 연구도 시작하여 당분간 지속적으로 수행할 예정입니다. 그리고 상현이와 슬래그 활용 중금속 안정화/고형화 기술연구를 수행하고 있습니다. 상현이가 열심히 연구하고 있으니 내년에 더 값진 연구 결과를 소개할 수 있을 것 같네요. 개인적으로 현재 HRMS(High Resolution Mass Spectrometry)라는 유기물질 분석장비를 공부하고 있습니다. 내년에 수행하고자 하는 환경 중 유해물질 분석관련 연구에 도움이 될 것 같습니다. SQL 식구 분들도 유기물질 관련하여 연구가 필요하시면 저를 잘 활용하시면 좋겠네요. 개인적으로 2015년은 참 의미 있는 한 해였습니다. 10년 동안 다닌 학교를 떠났고, 새로운 곳에 취직을 했네요. 많은 분들의 도움이 없었으면 어려웠을 것 같습니다. 모두들 내년에 건강하고, 더 열심히 연구하여 좋은 결과 있길 바랍니다. 항상 감사 드리고, 저도 SQL에 도움이 될 수 있도록 열심히 연구하겠습니다.



양경

박사 후 연구원

비소의 존재형태, 생물학
적이용성을 반영한
위해성평가 및 위해도
관리 기술

deliyg22@snu.ac.kr

2015년 8월에 “Risk management of an arsenic-contaminated site: Incorporation of site-specific chemical forms and bioaccessibility of arsenic (비소 오염 부지의 위해도 관리에 관한 연구: 부지특이적인 비소의 존재형태와 생물학적접근성의 반영)”이라는 주제로 박사학위를 취득했습니다.

2015년에 한국환경공단의 “(구)장항제련소 송림지역 위해성평가” 과제를 수행했고, 현재 마무리 단계에 있습니다. 2015년 2월에는 Environmental Research에 “Determination of human health risk incorporating experimentally derived site-specific bioaccessibility of arsenic at an old abandoned smelter site”라는 제목으로 발표되었습니다. 2016년 1월에는 KSCE Journal of Civil Engineering에 “Characteristics of Heavy Metal Contamination by Anthropogenic Sources in Artificial Lakes of Urban Environment” 논문이 게재될 예정입니다. 이외에도 Environmental Geochemistry and Health, Science of the Total Environment, 한국지하수토양환경학회지 등에 논문을 투고했습니다. 그리고 한국지하수토양환경학회 학술발표회에서 연구 결과를 발표했습니다.

현재는 환경정화기술 및 위해성평가 연구센터에서 연수연구원으로 재직 중이며, 비소의 위해성 및 정화 관련 연구를 수행 중입니다.



남택우

석박통합 박사수로

성·복토재로 재사용되는
철강슬래그의 인체 및
환경영향 평가 방안에
관한 연구

saladin1@snu.ac.kr

철강슬래그를 토목·건설재료로 사용함으로써 발생할 수 있는 인체 및 토양/지하수 환경에 대한 영향을 평가하기 위한 연구를 수행하고 있습니다. POSCO의 지원으로 ‘위해성평가에 근거한 제강슬래그의 토목·건설재료로서의 재활용 안정성 평가’ 및 ‘철강슬래그의 토목·건설재료로서의 환경안정성 및 관련 제도 분석을 통한 재활용 제도 개선방안 연구’를 수행하였습니다.

철강슬래그에 함유되어 있는 물질 중 토양환경보전법에 저촉되는 물질을 분류한 결과, 불소 및 니켈이 토양오염 우려물질인 것으로 확인되었습니다. 또한, 슬래그에서 불소 및 8종의 중금속(니켈, 아연, 비소, 카드뮴, 구리, 6가 크롬, 수은, 납)의 용출특성을 파악하였으며, 슬래그에서 발생된 용출수가 토양으로 유입되어 토양환경에 미치는 영향을 칼럼을 이용한 모사실험을 수행하여 평가해보았습니다. 그 결과, 토양의 pH가 상승하고 불소가 축적되는 것을 확인할 수 있었으며, 알칼리화 된 토양으로 인하여 식물의 성장을 저해하고 미생물 군집에서 매우 큰 변화가 발생할 수 있음을 확인하였습니다. 슬래그 내의 불소는 형석 또는 큐스피다인 등 광물이나 결정질로 존재하는 것으로 확인되었습니다. 형석과 큐스피다인에 함유된 불소는 물에 녹아나오는 것으로 확인되어 장기적으로 꾸준히 용출될 가능성이 있음을 확인하였습니다.



안준모

석사 졸업

빗짚으로부터 추출된
단당류와 Levulinic acid
의 주입방식에 따른
*Cupriavidus necator*에
의한 바이오플라스틱
원료물질 생산 연구
jmfamily87@snu.ac.kr

농업부산물의 재활용을 위해 빗짚으로부터 추출된 단당류와 Levulinic acid를 PHA 축적 미생물인 *Cupriavidus necator* 균주의 물성 개선된 PHA 형태인 P(3HB-co-3HV)의 생산 연구를 2013년 9월 부터 2015년 8월 약 2년간 수행하였습니다. 본 연구를 통해 빗짚으로 부터 P(3HB-co-3HV) 생산을 위한 Levulinic acid 추출 공정을 최적화 시켰으며 이로 부터 생산된 빗짚 가수분해물의 미생물 독성 영향 연구를 수행 후 P(3HB-co-3HV) 생산성 및 물성 개선을 위해 가수분해물의 주입방법을 제시하였습니다. 본 연구를 통해 Environmental Engineering Research와 Journal of Polymers and the Environment 국외 학술 논문지에 각 1건씩 총 2건을 게재하였으며 1건 추가 게재 준비 중입니다. 또한 최적화 된 공정과 주입방법을 기초로 하여 농업부산물로 부터 PHA 생산 공정을 특허로 출원하였습니다. 그 외에 ACS, ISEH, EARTH 등의 국외 학회와 대한 환경공학회, 응용 생태공학회, 한국 생물공학회 등의 국내 학회에서도 학술 발표를 수행하였습니다.

2013년 8월 1일 서울대학교 건설환경공학부의 토양환경실험실에 들어와 벌써 2년의 시간이 흐르고 2015년 연말이 다가옵니다. 지도교수님인 남경필 교수님과 저의 직속 사수였던 조은혜 교수님, 졸업생 선배님들, 그리고 토양방 재학생들과 즐거운 시간을 보냈습니다. 이러한 즐거운 분위기 덕분에 즐겁게 연구하고 많은 실적을 낼 수 있었습니다. 무엇보다도 이렇게 좋은 분들을 만날 수 있었던게 저에게 큰 행운이자 축복이지 않을 까 싶습니다. 2년간 정말 감사드립니다. 앞으로도 즐겁고 밝은 분위기에서 훌륭한 연구들을 수행하는 토양환경실험실이 되길 기원하겠습니다. 감사합니다^^



이호섭

석사 졸업

Long-term leaching
prediction of constituents
in coal bottom ash
used as a structural fill
material
hsl08@kbsi.re.kr

2015년은 토양환경실험실을 떠나는 해였으며 뜻 깊은 한 해였습니다. 2년 석사과정을 최종발표와 학위논문을 끝으로 8월에 졸업을 하였습니다. 토양방을 이제 떠난다는 슬픔도 잠시 석사과정 학위논문인 성토용 석탄재 내 중금속 장기용출 예측이란 내용으로 저널에 논문을 투고하기 위해 더운 여름을 보냈습니다. 현재 이 논문은 투고를 마친 상태이며, 최용주 교수님과 조은혜 교수님께서 많은 도움을 주셨습니다. 또한 지금까지 아직 작성중인 국내논문은 슬래그 재활용으로 인한 생태영향과 성토용 준설토 내 중금속 장기용출예측이란 내용입니다. 실험실에 모든 분들이 제가 실험실을 떠났음에도 불구하고 많은 도움을 주시고 계셔 감사합니다.

석사과정 입학 당시 저는 병역 복무를 아직 이행하지 않아 졸업 전 6월에 면접을 보고 졸업 후 입사하여 현재 한국기초과학지원연구원 서울센터에서 군인신분으로 연구원을 다니고 있습니다. 감사하게도 정슬기 박사님과 같은 곳에서 연구원을 다닐 수 있어 기쁘며 잘 적응하고 있습니다. 제가 속한 이 연구실 또한 환경대응연구팀이라는 이름하에 분석법을 주로 연구하고 있습니다. 앞으로도 기회가 된다면 우리 토양환경 실험실과 연구를 같이 할 수 있길 빌며, 학회와 같은 곳에서도 자주 만나길 기대하고 있습니다. 참으로 제가 많이 배우며 한 단계 성숙할 수 있는 일깨움을 준 토양환경 실험실, 항상 응원하겠습니다.



신유나

박사 과정

한강수계 토지이용
용도에 따른
부착돌말의 최적
서식환경 도출 및 생태하천
복원기술로서의 활용방안

marianshin@daum.net

한강수계 토지이용 용도에 따른 부착돌말의 최적 서식환경 도출 및 생태하천 복원기술로서의 활용방안에 관한 연구를 수행하고 있습니다. 한강수계 58개 수질측정망 지점에 대한 2008-2010년 조사결과를 환경부 물환경정보시스템에서 다운받아 연구를 수행하였습니다. 58개 지점은 토지이용 용도에 따라 4개 그룹으로 나누어 분석을 실시하였으며, CCA (Canonical correspondence analysis) 분석을 통해 물리·화학적 환경인자 및 부착돌말 간의 상관관계 및 분류군별 특성을 비교·분석(CANOCO version 5.0)하였습니다. 또한 우점종(6종)에 대해 CA, DCA, RDA, CCA 등 다양한 gradient analysis를 이용하여 개체수 변화에 영향을 미치는 환경인자를 비교·분석하였으며, 우점종에 대하여 CART (Classification and Regression Tree) 및 WA (Weighted average) 분석을 실시하여 각 종별 출현빈도에 영향을 미치는 환경인자를 도출하여 종별 생리생태학적 특성을 도출하였습니다. 도출한 환경인자의 분석평가를 통해 부착돌말의 서식환경조건을 도출하고, 생태하천 복원기술 개발에 활용할 수 있는 방안에 대한 연구를 진행할 예정입니다.



안진성

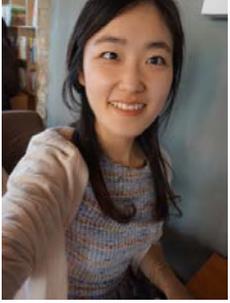
박사 과정

개선된 Biotic ligand
model을 이용한 토양
공극수 내 비소 및
불소의 독성결정 연구

an0331@snu.ac.kr

비소 및 불소와 같은 음이온 무기오염물질의 토양 공극수 내 독성을 biotic ligand model을 개선/활용하여 예측하고 이를 이용해서 위해오염도를 결정하는 방법에 관한 연구를 지난 1년간 수행하였습니다. 이 과정에서 휴믹산과 납의 반응이 생태독성평가 결과에 미치는 영향 및 고농도 염소함유 시료 내 극미량 비소의 정량분석방법에 관한 논문을 Journal of Hazardous Materials와 Microchemical Journal에 각각 1편씩 게재할 수 있었습니다. 한편, 수업을 통해 남경필 교수님을 비롯하여 박준범 교수님, 정충기 교수님 및 각 연구실의 학생들과 함께 '차수블록 및 이를 포함하는 차수블록 집합체'라는 특허를 출원할 수 있었습니다. 지난 11월 26일에 "Determination of arsenic and fluorine toxicity in soil porewater using advanced biotic ligand mode"이라는 제목으로 박사논문계획발표를 진행하였고, 현재 관련 실험들을 열심히 수행하고 있습니다.

수용액 상에서 다양한 형태($H_2AsO_4^-$, $HAsO_4^{2-}$)로 존재하는 비소의 독성을 예측하기 위해서 pH에 의한 비소 종 변화 및 경쟁이온 변화 양상을 반영할 수 있는 biotic ligand model(BLM)을 개발하고 있습니다. $H_2PO_4^-/HPO_4^{2-}$, SO_4^{2-} 및 HCO_3^- 의 경쟁효과로 비소의 독성이 저감되는 것을 확인하였고, 경쟁의 세기는 전하 및 구조의 유사성과 관련이 있었습니다. 경쟁효과를 독성예측에 반영하기 위해 모형의 파라미터를 결정하였습니다. 비소오염토양으로부터 채취한 토양 공극수를 이용하여, 개발한 모형의 검증을 수행할 계획입니다. 또한 개발한 BLM을 종 민감도 분포(species sensitivity distribution) 분석과 결합하여, 현장특성을 반영할 수 있는 토양 및 토양 공극수 허용농도를 산출할 예정입니다.



김문경

박사 과정

농업 부산물의 혐기성
소화를 이용한
생체적합성 의료용
바이오플라스틱 생산

strikingirl@snu.ac.kr

■ 산업활동에서 불가피하게 발생하는 환경부산물 중 농업 부산물, 하수슬러지는 환경 문제의 주원인으로 이러한 환경부산물의 해결을 위하여 이를 자원으로 인식하여 에너지원으로 재활용하고자 합니다. 농업 부산물 중 벚짚을 선정하였고 이에 biorefinery의 개념을 도입하여 벚짚의 혐기성 소화를 통해 유용한 고부가가치 자원을 추출하고자 합니다. 특히 바이오플라스틱 소재로의 자원화에 초점을 맞추어 농업 부산물과 미생물을 활용한 PHA (Polyhydroxyalkanoates) 계열의 플라스틱을 생산하고자 합니다. PHA는 구성성분에 따라 생체적합성이 우수하여 의료용 소재로 사용되는 등 고부가가치의 생분해성 플라스틱의 원료가 될 수 있습니다. 특히 혐기성 소화의 최종 산물 중 biogas를 이용하여 바이오 플라스틱을 생산하는 연구는 환경 및 경제적 가치 창출 효과가 큰 것으로 보이거나 아직 연구가 미흡한 수준으로 지속적인 연구가 필요한 분야입니다. 농업 부산물 중 벚짚을 기질로 선정하여 회분식 실험으로 biogas 발생을 확인하였으며, 이를 연속식 교반탱크형 반응기에 적용하여 지속적인 biogas 생산을 위한 시스템을 구축하였습니다. 연속식 혐기성 반응조의 수리학적 체류시간, 유기물 부하율, pH 등의 변화를 통해 biogas 중 메탄가스(CH₄)의 생산량을 최적화하는 운전 조건을 도출하고자 합니다. 그와 동시에 하수 슬러지에서 메탄 혹은 이산화탄소를 이용하여 PHA를 축적하는 자가영양미생물을 분리 및 동정하여 차후 바이오플라스틱 생산에 활용하고자 합니다. 혐기성 반응조에서 발생한 biogas를 자가영양미생물에 주입하여 PHA의 축적을 확인하고 biogas와 휘발성 유기산 등의 첨가물의 주입 비율 변화를 통하여 적용 용도에 적합한 물성의 바이오 플라스틱을 생산합니다. 생산된 바이오 플라스틱이 실제 의료용 실로 활용할 수 있도록 세포독성시험, 응혈 시험, 동물 시험 등의 독성학적 평가를 통하여 생체적합성을 평가 및 검증 하고자 합니다.



주원정

석박통합 박사 수료

갈바닉 산화를 통한
황철석 용해 촉진 및
이를 이용한 광산 폐기물
내 중금속 제거

wju888@snu.ac.kr

■ 갈바닉 산화과정을 이용하여 광미 내 황철석을 용해시키고 동시에 중금속을 제거하는 연구를 지난 1년간 수행하였습니다. 이 과정에서 황철석과 토착미생물이 광미를 활용한 전기 생산에 미치는 영향에 관한 논문을 Ecology and Resilient Infrastructure에 게재 하였습니다. 온도, 초기 pH, 철산화박테리아의 존재, 용존산소 농도가 갈바닉 산화를 통한 황철석의 용해에 미치는 영향, 전류밀도 조절이 황철석의 용해에 미치는 영향에 대하여 249th ACS national meeting과 2015 Pacificchem에서 구두발표하는 기회를 가졌습니다. 또한 지난 11월 26일에 “갈바닉 산화를 통한 황철석 용해 촉진 및 이를 이용한 광미 내 중금속 제거”라는 제목으로 박사논문계획발표를 진행하였고, 현재 관련 실험 들을 열심히 수행하고 있습니다.

■ 지질자원연구원에서 발주한 “슬래그볼의 재활용 환경안정성 및 인체위해성평가 ” 과제를 수행하였고, 또한 한국외국어대학교 조은혜 교수님과 “광미의 재이용을 통한 전기 생산 및 산성광산배수 발생의 사전 예방을 위한 자립형 자원순환 기술 개발“ 과제도 함께 진행하고 있습니다.



김상현

석박통합 박사 과정

탄산염과 알루미늄염을
이용한 BOF 슬래그
용출수의 pH 저감기술
개발

shk0311@snu.ac.kr

■ 성토용으로 재활용되는 BOF 슬래그의 고알칼리성 용출수 발생으로 인한 생태적 문제를 방지하기 위한 처리 방안에 대하여 연구를 하고 있습니다. CO_3^{2-} 첨가로 형성되는 CaCO_3 를 통해 슬래그 입자를 코팅하여 free CaO의 추가적인 용해를 방지하는 방법, 그리고 Al^{3+} 의 첨가를 통해 용출수 내 OH^- 이온을 직접적으로 제거하는 방법에 대해 연구하였습니다. TGA, XPS, XRD 등의 기기분석과 batch test를 통해 위의 기작을 통해 고알칼리수 발생 저감에 효과적으로 사용될 수 있다는 것을 확인하였습니다. 현재는 Al^{3+} 의 첨가를 통해 침전된 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 를 검출하는 실험을 진행하고 있으며, 이 내용을 정리하여 논문을 작성하기 위해 준비 중입니다.

■ 본 연구 내용으로 올해 3월에는 미국 Colorado Convention Center에서 개최된 American Chemical Society에 참여하여 구두 발표를 하였습니다. 또한 이 후에 지하수토양환경 학회 춘계, 추계 학술발표대회에 참여하여 추가적인 연구 내용을 발표한 바 있습니다.



정현용

석박통합 박사 과정

미생물 매개 탄산칼슘
침전을 통한 토양
비산먼지 발생 및
토양침식 억제

jhy911229@snu.ac.kr

■ 미생물 연료전지 개념을 이용하여 수계의 6가 크롬 농도를 모니터링하는 장치를 개발하는 것을 목표로 2014년 2학기부터 1년간 연구를 진행하였으며, 올해 여름 실험을 마무리 하고 현재 논문 제출 및 심사 중에 있습니다. 이와 같은 내용을 2015년 춘계 지하수토양학회에서 구두 발표하고 연구 결과를 보완하여 5월 Battelle 3rd International Symposium on Bioremediation and Sustainable Environmental Technologies에서 포스터 발표를 하였습니다. “크롬 농도 실시간 모니터링 장치 및 이를 이용한 크롬 농도 실시간 모니터링”에 관한 특허 또한 출원하였습니다.

■ 위해성평가에 관심이 있어 관련 공부를 하는 중이며, ‘장항 송림숲 위해성평가’, ‘영월 반환미군기지(필승사격장) 위해성평가’ 보고서 작성에 참여하였고, 국립환경과학원에서 발주한 ‘토양오염부지 위해성평가 시범사업 및 선진화 방안 연구’ 과제를 수행하여 현재 마무리 단계에 있습니다.

■ 미생물 연료전지의 개념을 이용하여 미생물의 유기물 산화를 통해 생성된 전자를 수계의 6가 크롬 환원에 사용함으로써 그 때 발생하는 전압을 통해 수계 6가 크롬 농도를 모니터링하는 장치를 개발하였으며, 수계 조건(pH, ionic strength, Fe(II) 농도, organic matter)에 따른 모니터링 효율에 대한 영향을 확인하였습니다. 현재는 미생물의 탄산칼슘 침전 기작을 토양에 적용하여, 비산먼지 발생과 토양 침식을 억제하는 방법에 대한 연구를 구상 중에 있습니다.



유기현

석박통합 석사 과정

토조실험장치를 통한 MKP/Bentonite가 TNT와 중금속의 유출에 미치는 영향

gihyeon007@gmail.com

사격장 오염부지의 화약류 및 중금속 오염으로 인한 토양오염은 꾸준히 보고되고 있습니다. 특히 우리나라 대부분 사격장은 상수원 근처에 존재하여 여름철 집중호우 시 화약류/중금속이 수계로 유입될 우려가 있어 이를 방지할 수 있는 대책이 필요합니다. 그러나 우리나라 대부분의 사격장은 산지에 위치하고 있어 대규모 장비가 진입하기 어려우며 피탄지에는 불발탄이 다수 존재하여 정화 시 안전사고의 우려가 있습니다. 또한, 정화작업이 길어지면 사격행위에 방해가 되기 때문에 사격장 내 오염물질을 제거하는 것은 더욱 어렵습니다. 따라서 대규모 장비가 필요하지 않고 적용기간이 짧아 사격행위에 방해가 되지 않는 제일인산칼륨(Monopotassium phosphate, MKP) 살포 공법을 적용하여 화약류/중금속이 주변 수계로 유입되는 것을 방지하는 기술을 개발하고자 합니다.

토조실험 장치를 통해서 사격장을 모사를 통해, MKP/Bentonite 살포가 TNT와 중금속의 유출에 미치는 영향을 검증하였습니다. 사격장에서 측정되는 TNT와 Heavy Metal(Cd, Pb, Cu, Zn)의 최고 농도로 토양을 오염시켰습니다. 40일 동안 총 18번의 강우 모사(SPLP test solution)를 통해서 지하로 유출되는 용액을 모았습니다. 지하 유출수에 존재하는 TNT와 중금속의 농도를 측정하고, 토조 토양을 심도 별로 채집했습니다. 심도 별 토양은 TNT와 중금속의 전함량 측정할 예정이고, Tessier 연속 추출법을 통해서 MKP/Bentonite가 양이온의 존재형태에 미치는 영향도 확인할 예정입니다.



양우진

석박통합 석사 과정

오염기간에 따른 비소의 존재형태와 식물독성 변화

diewasdf@snu.ac.kr

토양 내 비소의 오염기간에 따른 비소의 존재형태와 식물독성의 변화에 대한 연구를 진행하였습니다. 토마토(Lycopersicon Esculentum. Mill)의 발아 실험을 통해 비소의 오염기간이 증가할수록 식물 독성이 감소하는 것을 확인하였고, Wenzel et al.의 Sequential extraction을 통해 비소의 오염기간이 증가할수록 비소가 생물학적 이용성이 줄어드는 형태로 변화하는 것을 확인하였습니다. 해당 실험에 대한 내용을 한국지하수 토양환경학회 춘계학술발표회에서 포스터로 발표하였고, 해당 학회지에 논문을 게재할 예정입니다. 근래에는 철강슬래그의 토목/건설재료로서의 환경안정성 및 관련 제도 분석을 통한 재활용 제도 개선방안에 대한 여러 가지 실험들을 진행하고 있습니다.



김병철

석박통합 석사 과정

농업 부산물의
혐기성 소화를 이용한
생체적합성 의료용
바이오플라스틱 생산

feglass@snu.ac.kr

■ 석유화학 기반으로 개발되어 왔고, 현재도 유지되고 있는 화학산업 전반에 대한 대안으로 바이오파이너리가 제시되고 있습니다. 석유는 지속 가능한 자원이 아닐 뿐만 아니라 지구온난화, 생태계 교란 등 다양한 환경문제를 야기합니다. 반면 바이오파이너리는 지속 가능한 원료인 바이오매스를 사용하고, 생산품 또한 적은 환경영향을 끼칩니다. 지속 가능한 사회를 조성하고자 바이오파이너리 공정을 활용하여 생분해성 바이오플라스틱의 원료물질인 PHA(Polyhydroxyalkanoates)를 생산하는 시스템을 구축해보고자 합니다. PHA는 단위체의 구성에 따라 다양한 물성을 보일 수 있고, 기존의 상용화된 바이오플라스틱인 PLA(Polylactic acid)보다 유연성과 가공성이 뛰어나기 때문에 다양한 분야에서 이용 가능할 것으로 보입니다. 하지만 생산단가가 높다는 한계가 있기 때문에 기존의 난분해성 플라스틱을 대체하기 위해서는 추가적인 연구가 필요한 상황입니다.

■ 생분해성 플라스틱을 생산함에 있어서 원료물질이 생산단가의 많은 부분을 차지하고 있습니다. 생산가를 낮추고, 자원 회수라는 측면에서 접근하기 위해 유기성 폐자원 중 볏짚을 기질로 선정하였습니다. 볏짚을 연속식 교반탱크형 반응기에서 발효시켜 휘발성 유기산을 생산하고, 이를 기질로 하여 바이오플라스틱을 생산하는 시스템을 설계해보고자 합니다. 전체 공정은 크게 휘발성 유기산 생산과정, 바이오플라스틱 축적과정으로 나눌 수 있습니다. 수리학적 체류시간, 유기물 부하율 등의 운전조건을 다양하게 조절하면서 휘발성 유기산의 생산을 극대화해 볼 것이며, 소화조에서 생산되는 휘발성 유기산의 양과 조성을 회분식 실험을 통해 예측할 수 있는 모델을 구축해 볼 것입니다. 이 후 다양한 조성의 휘발성 유기산을 기질로 하여 PHA를 축적하는 실험을 진행할 것입니다. 현재 PHA를 축적하는 과정은 유전자조작 단일 미생물을 이용하는 방법과 혼합 배양 미생물을 이용한 방법이 있습니다. 이 중에서 혼합배양 미생물을 사용하여 연구를 진행할 것이고, VFA의 구성에 따라 생산되는 PHA의 양과 조성을 모델링해 볼 것입니다.

ADMISSION AND GRADUATION

ADMISSION



김병철 (Kim, Byung-chul)

석박통합과정 입학 (2015.03)

서울대학교
건설환경공학부 공학사

GRADUATION



양경 (Yang, Kyung)

박사 학위 취득 (2015.08)

‘Risk management at an arsenic-contaminated site: Incorporation of site-specific chemical forms and bioaccessibility of arsenic,’

2016.01 한국 생산성본부 취직



안준모 (Ahn, Junmo)

석사 학위 취득 (2015.08)

‘뱃집으로부터 추출된 단당류와 Luvulinic acid의 주입방식에 따른 *Cupriavidus necator*에 의한 바이오플라스틱 원료물질 생산 연구.’

유학 준비중



이호섭 (Lee, Hosub)

석사 학위 취득 (2015.08)

‘Long-term leaching prediction of constituents in coal bottom ash used as a structural fill material,’

2015.08 한국기초과학지원연구원
서울센터 취직 (전문연구요원)



2015.08.28 양경 박사, 이호섭 석사, 안준모 석사된 날

ALUMNI NOTES

■ 이병선 (박사, 13년 졸업)

2015.02.03 특남 (이도훈)

■ 임상순 (석사, 13년 졸업)

2015.11 결혼

■ 조은혜

2015.03 한국외국어대학교 환경학과 조교수 임용

■ 정슬기 (박사, 14년 졸업)

2015.08 한국기초과학지원연구원 서울센터 취직 (선임연구원)

ALUMNI DIRECTORY

김영진 박사	삼성물산 건설부문 토목사업부 Sales 팀; yk70@snu.ac.kr
조은혜 박사	한국외국어대학교 환경학과 조교수; gracejho@gmail.com
이승룡 (05년 석사)	BRICKS HkChina 영업 및 인사관리팀; astrana@empal.com
류혜림 (10년 박사)	삼성물산 건설부문 토목사업부 사업지원팀; hr.ryu@samsung.com
박주영 (06년 석사)	School of Management, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia 조교수 ; jooyoung.park.jp637@gmail.com
신도연 (10년 박사)	한국지질자원연구원 광물자원연구본부 선임연구원; doyun12@kigam.re.kr
성동엽 (07년 석사)	University of Texas at Austin, School of Law 법학박사과정; dysung513@gmail.com
한준경 (07년 석사)	University of Texas at Austin 박사과정; han.joon.kyoung@gmail.com
이승환 (08년 석사)	삼성물산 건설부문 플랜트 사업부 Q-HSE팀; muzzimar@nate.com
최용주 (08년 석사)	서울대학교 건설환경공학부 조교수; ychoi81@snu.ac.kr
정재식 (09년 석사)	University of Florida 박사과정; j.chung@ufl.edu
이규연 (10년 석사)	서울대학교 환경대학원 박사과정; dakgguang@naver.com
이승배 (11년 석사)	국가과학기술인력개발원 인재개발연수부; sblee@kird.re.kr
이병선 (13년 박사)	한국농어촌공사 농어촌연구원 수자원환경연구실 주임연구원; byungsun94@ekr.or.kr
박인선 (13년 석사)	한국환경공단 기후변화대응처 지자체온실가스팀; insuni12@snu.ac.kr
임상순 (13년 석사)	현대건설 연구개발본부 에너지환경연구개발실 물/환경연구팀; konan119@hanmail.net
정재웅 (14년 박사)	서울대학교 농생명과학공동기기원 선임연구원; newsted1@snu.ac.kr
정보영 (14년 석사)	한국과학기술연구원 물자원순환연구단 연구원; by9219@hanmail.net
정슬기 (14년 박사)	한국기초과학지원연구원 서울센터 환경대응연구팀 선임연구원; sjeong85@kbsi.re.kr
임진우 (14년 석사)	환경정화기술 및 위해성평가 연구센터 연구원; dlawlsdn@snu.ac.kr
양경 (15년 박사)	한국생산성본부; deliyy@snu.ac.kr
이호섭 (15년 석사)	한국기초과학지원연구원 서울센터 환경대응연구팀 전문연구요원; hsl08@kbsi.re.kr
안준모 (15년 석사)	유학 준비 중; jmfamily87@snu.ac.kr

SQL Photo Album

01.04 을미년 새해 맞이 청계산 등산



01.05 환경공학연구실 신년하례식



01.29-01.30 조은혜 교수 임용 기념 토양환경시험실 스키캠프



02.12 장항 샘플링



03.10 낙성대역 더 차돌에서 봄학기 맞이 개강회식



03.22-03.27 249th ACS national meeting, Colorado, USA



04.10 지하수토양환경학회 춘계 학술발표대회 참가 및 발표하러 제주도에 간 김에 우도와 성산일출봉 방문



07.01 옥계 샘플링



07.09 교수님 49번째 생신 기념 파티



07.10 정슬기 박사 한국기초과학지원연구원 취직 축하 기념으로 이수역 중국집 '개화'에서 파티



07.17 한국외국어대학교 조은혜 교수 초청으로 외대 용인캠퍼스 자연대 앞마당에서 비비큐 파티



08.28 졸업식; 양경 박사, 이호섭 석사, 안준모 석사 된 날



09.10 고등어회가 맛있는 교대역 성산포바당에서 가을학기 맞이 개강회식



09.19 양경 박사 결혼식, 서울대 연구공원



11.07 임상순 결혼식, 세빛섬



12.05 졸업생과 재학생, 그리고 2016년도 신입생이 함께 하는 토양환경실험실 연말 파티



How have you been doing?



서울대학교 공과대학 건설환경공학부
 환경공학연구실 토양환경실험실

Homepage: <http://sql.snu.ac.kr>

Tel: 02-880-9036(연구실) / 7367(실험실)

Fax: 02-873-2684

Address: 151-742 서울특별시 관악구 관악로 1 서울대학교 공과대학 35동 519호(연구실) / 521호(실험실)

발행인: 남경필

편집 및 디자인: 주원정 (wju888@snu.ac.kr)