서울대학교 공과대학 건설환경공학부

토양환경연구실

환경정화기술 및 위해성평가연구센터

Homepage : http://sql.snu.ac.kr
Tel : 02-880-9036(연구실) / 1870(센터) / 7367(실험실)
Fax : 02-873-2684
Address : 08826 서울특별시 관악구 관악로 1 서울대학교 공과대학 35동 519호(연구실) /221호(센터)/ 521호(실험실)

발행인 : 남경필

편집 및 디자인 : 문찬규(chan1570@snu.ac.kr)

Annual Report 2022
Laboratory , SNU

Soil Quality

Soil Quality Laboratory

Department of Civil and Environmental Engineering, Seoul National University

Annual Report 2022

Foreword from Professor Nam 3
Highlights 2022 4
Achievements 7
Research Activity 17
People 25
Memories 35
Photo Album 59

남 정 필
서울대학교
VERI TAS
LUX MEA

Foreword from Professor Nam

올해는 지난 시간을 되돌아보고 싶습니다. 2003년 3월 1일은 서울대학교 지구환경시스템공학부 대학원에 토양환경연구실 (Soil Quality Laboratory)이 문을 연 날입니다. 그 당시 환경정화, 환경시스템 등 조금 더 범용적인 여러 후보군들이 있었지만 교수임용 공고문에 정확히 부합하는 명칭을 선택했던 것 같습니다. 그렇게 SQL이 탄생을 했습니다.

우리 SQL은 지난 20년 동안 어떤 연구실 못지않게 많은 연구를 했습니다. 새로운 환경기술은 물론 우리나라 토양지하수 분야의 환경정책을 선진화하는 데 기틀이 되는 중요한 연구결과들을 생산했습니다. 우수하고 헌신적인 대학원생들이 없었다면 불가능한 일이었습니다. 그동안 항상 학생들에게 고마웠고 또 함께해서 감사한 마음으로 지냈습니다. 그런데 요즘 칭찬에 인색한 나 자신을 문득문득 발견합니다. 언제부터일까? 스스로 아무리 생각을 해봐도 잘 모르겠습니다. 이 글을 읽는 누군가는 알고 있지 않을까 싶습니다. 미안합니다... 그리고 새해에는 다시 마음을 가다듬어 보겠습니다.

2022년에도 우리 SQL 가족에게 여러 변화가 있었습니다. 승룡이가 미국으로 삶의 터전을 옮기고, 주영이가 모교로 돌아오고, 진성이가 한양대 ERICA로 자리를 옮기고, 또 올해를 얼마 남기지 않은 날 슬기의 세종대 임용이 최종 결정되었습니다. 재학생 중에는 성희가 석사학위 논문심사를 우수한 성적으로 통과를 했습니다. 곧 산티아고 순례길을 떠난다고 합니다. 부러워서 일주일 코스라도 좀 알아봐 달라고 부탁을 했습니다^^

2023년은 계묘년 검은 토끼의 해입니다. 토끼가 상징하듯이, 우리 모두 넉넉하고 풍요로운 한 해를 보낼 수 있도록 몸과 마음을 잘 다스리면서 생활하도록 합시다. 고맙습니다.

2022년 12월

남 경 필

Highlights 2022

▲ 3월 벚꽃이 만연한 자하연

안녕하세요. 서울대학교 건설환경공학부 토양환경연구실 (Soil Quality Laboratory)입니다.

저희 연구실은 현재 박사과정 5명, 석·박통합과정 4명, 석사과정 3명의 학생과 인턴 1명이 함께 공부하고 있습니다.

2022년 한 해 동안, 우리 연구실은 4편의 SCI 논문, 1편의 국내 논문, 1건 특허 출원, 2건의 특허 등록, 6건의 국제 학술대회 발표와 14건의 국내 학술대회 발표 실적을 달성하였습니다.

1

4
환경방 신년하례식

16
김병철 출국
Toronto University
박사후과정

24-26
환경정화기술 및
위해성평가 연구센터 워크샵

2

1
설날

17
521호 221호
연구실 대청소
with 폐기물방

3

2
2022년 1학기 개강

11
연구실 코로나 확산
연구실 전원
자가격리

29
윤성희 석사
계획발표

4

21
이호섭 박사
계획발표

27-29
한국지하수토양학회
춘계학술대회

5

15
스승의 날
교수님 꿀 증정

18
1학기실험실
대청소

27
한국환경준설학회

6

14
2022년 1학기 종강

17
토양환경연구실
석포제련소 방문

2022년 토양환경실험실에서는 다양한 연구를 진행하였습니다.

토양 및 지하수 정화 기술과 관련하여 '철 산화물에 대한 스트론튬의 흡착 특성 분석 및 칼슘 용액을 활용한 제거 기작 분석에 관한 연구', '제련소 부지특이적 지하수 오염원 평가 및 시설하부 불포화대 토양 내 원위치 철산화물 합성을 통한 중금속 안정화에 관한 연구', 'Dithionite 원위치 주입을 통한 대수층내 환원구역 생성 및 이를 통한 지하수내 환원민감성 무기물 안정화에 관한 연구', '다황화칼슘을 이용한 지하수 내 카드뮴과 아연 저감: 침전 기작, 산화 저항성에 관한 연구' 와 같은 연구를 진행하였습니다.

오염부지의 평가 및 관리와 관련하여 '철 산화물의 영향을 고려한 산화 퇴적토에서의 카드뮴 독성 예측 모형 개선', 'DGT/DIFS를 이용한 철 산화물 기반 비소 안정화 토양의 안정화 지속성 평가' 와 같은 연구를 수행하였습니다.

▲ 12월 새롭게 변한 정문

7

9
남경필 교수님 생신

8

2
실험실 화재 발생
박주용 선제대응으로 피해 최소화

8
기록적인 폭우로 인한 침수 피해

9

1
2학기 개강

신규과제개시
한국연구재단 중견연구

5
윤성희 석사 중간발표

22
한국물환경학회·대한상하수도학회

10

13-15
한국지하수토양학회 추계학술대회

18
박주용 석사 계획 발표

11

12

1
김채영 인턴 시작

12-16
AGU Fall Conference

10
토양방 연말 회식

14
1학기 종강

27
윤성희 석사 논문 심사

문찬규 박사 계획 발표

환경방 종강회식

Achievements

국제 학술지 논문 • 8

국내 학술지 논문 • 9

특허 • 10

국내 학술대회 발표• 12

국제 학술대회 발표 • 14

연구과제 • 15

수상 • 16

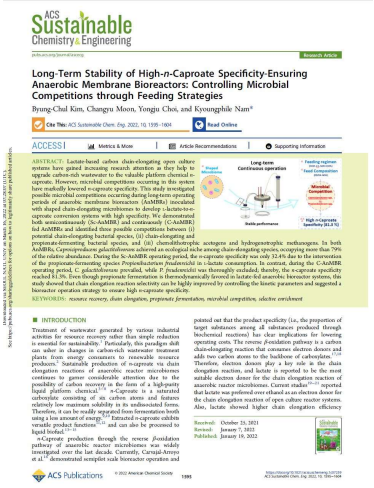
국제 학술지 논문

Kim, B. C., Moon, C., Choi, Y., & Nam, K. (2022). Long-term stability of high-n-caproate specificity-ensuring anaerobic membrane bioreactors: controlling microbial competitions through feeding strategies. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, *10*(4), 1595-1604.

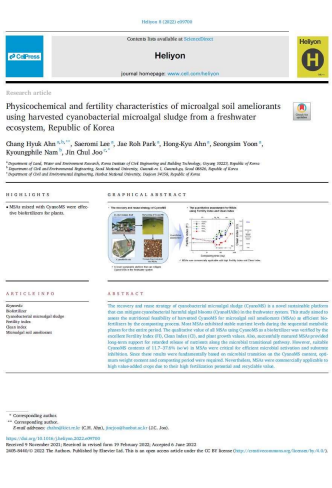
Ahn, C. H., Lee, S., Park, J. R., Ahn, H. K., Yoon, S., Nam, K., & Joo, J. C. (2022). Physicochemical and fertility characteristics of microalgal soil ameliorants using harvested cyanobacterial microalgal sludge from a freshwater ecosystem, Republic of Korea. *Heliyon*, e09700.

Jeong, B., An, J., & Nam, K. (2022). Derivation of ecotoxicologically acceptable Cu concentrations in the Han River basin, Korea with emphasis on Ca concentration and instantaneously changing water characteristics. *Science of The Total Environment*, *828*, 154495.

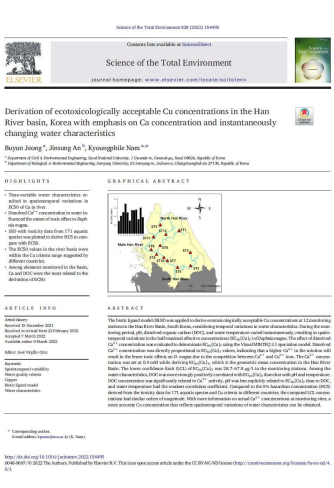
Park, S., Kim, S. H., Chung, H., An, J., & Nam, K. (2022). Effect of organic substrate and Fe oxides transformation on the mobility of arsenic by biotic reductive dissolution under repetitive redox conditions. *Chemosphere*, *305*, 135431.


ACS Sustainable Chemistry & Engineering

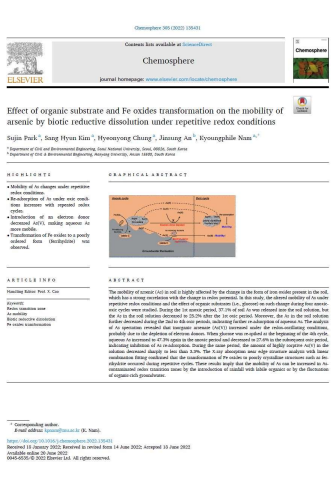
Long-Term Stability of High-n-Caproate Specificity-Ensuring Anaerobic Membrane Bioreactors: Controlling Microbial Competitions through Feeding Strategies


Heliyon

Physicochemical and fertility characteristics of microalgal soil ameliorants using harvested cyanobacterial microalgal sludge from a freshwater ecosystem, Republic of Korea


Science of the Total Environment

Derivation of ecotoxicologically acceptable Cu concentrations in the Han River basin, Korea with emphasis on Ca concentration and instantaneously changing water characteristics


Chemosphere

Effect of organic substrate and Fe oxides transformation on the mobility of arsenic by biotic reductive dissolution under repetitive redox conditions

국내 학술지 논문

송호재, 남경필, 칼슘 및 칼륨 용액을 이용한 원자력발전소 주변 스트론튬과 세슘 오염토양 세척기술 연구. 지하수토양환경, VOL.27, NO.2 (2022):76-86.

J. Soil Groundwater Environ. Vol. 27(2), p. 76-86, 2022
https://doi.org/10.7857/JSGE.2022.27.2.076
ISSN 1598-6411 (Print), ISSN 2287-8831 (Online)

< Research Paper >

칼슘 및 칼륨 용액을 이용한 원자력발전소 주변 스트론튬과 세슘 오염토양 세척기술 연구

송호재[1] · 남경필[1]*
[1]서울대학교 건설환경공학부

Soil Washing Technology for Sr and Cs-contaminated Soil Near Nuclear Power Plants using Calcium and Potassium Based Solutions

Hojae Song[1] · Kyoungphile Nam[1]*
[1]Department of Civil and Environmental Engineering, Seoul National University, Gwanak-ro 1, Gwanak-gu, Seoul 08826, Korea

ABSTRACT

Calcium (Ca) and potassium (K) were introduced to remove Sr and Cs in soil, respectively. Four factor and three level Box-Bhenken design was employed to determine the optimal washing condition of Ca- and K-based solutions, and the ranges tested were 0.1 to 1 M of Ca or K, L/S ratio of 5 to 20, washing time of 0.5 to 2 h, and pH of 2 to 7. The optimal washing condition determined was 1 M of Ca or K, L/S ratio of 20, washing time of 1 h, and pH of 2, and Ca-based and K-based solutions showed 68 and 81% removal efficiency for Sr and Cs, respectively in soil. For comparison, widely used conventional washing agents such as 0.05 M EDTA, 0.01 M citric acid, 0.01 M oxalic acid, and 0.05 M phosphoric acid were tested, and they showed 25 to 30% of Sr and Cs removal efficiency. Tessier sequential extraction was employed to identify the changes in chemical forms of Sr and Cs during the washing. In contrast to the conventional washing agents, Ca-based and K-based solutions were able to release relatively strongly bound forms of Sr and Cs such as Fe/Mn-oxide and organic matter bound forms, suggesting the involvement of direct substitution mechanism, probably due to the physicochemical similarities between Sr-Ca and Cs-K.

Key words : Soil washing, Box-Bhenken design, Substitution, Physicochemical similarity

1. Introduction

현재 우리나라에는 24개의 원자력발전소가 가동 중에 있고 이중 11곳이 2030년까지 폐쇄 예정이다. 원자력 발전소의 운영 및 폐쇄 시 원자력발전소와 그 주변 부지는 스트론튬(Sr)과 세슘(Cs)을 포함한 다양한 중금속으로 오염될 수 있다(Lakliené et al., 2012; Singh et al., 2008). 스트론튬(Sr)과 세슘(Cs)은 물에 대한 높은 용해도, 유기체에 쉽게 흡수되는 특성, 긴 반감기로 인하여 인체에 유해하다(Burger and Lichtscheidl, 2019; Ma et al., 2011). 특히 스트론튬, 세슘은 각각 칼슘(Ca), 칼륨(K)과 물리화학적 유사성을 가지고 있어서 비방사성인 경우에도 인체에 유해하다고 알려져 있다. 스트론튬의 경우 체내에 유입되면 칼슘 대신 뼈에 축적되어 백혈병과 골수암을 유발하며(Cabrera et al., 1999; Comar et al., 1957), 세슘은 수돗가를 통해 인체에 흡수되는데 한번 유입되면 잘 배출되지 않고 근육에 축적되어 불임, 전신마비, 폐암, 갑상선암 등을 유발한다(Dye, 1979)

토양에서 스트론튬, 세슘 제거를 위해 연구되는 동전기정화법(Electrokinetic remediation), 식물정화법(Phytoremediation) 및 토양세척법(Soil Washing)등의 기술을 적용해왔다(Abumaizar and Smith, 1999; Buck et al., 2007; Chong et al., 1997; Pamukcu and Wittle, 1992; Seo et al., 2008; Van Benggelk et al., 1992). 동전기정화법은 소요되는 전기량이 많아 운영비가 높아 경제성이 낮고, 토양 내 수분함량이 10% 이하인 경우 오염물질 전해효율이 급격하게 감소한다는 단점이 있고(Pamukcu and Wittle,

주저자: 송호재, 서울대학교, 박사과정
*교신저자: 남경필, 서울대학교, 교수
E-mail: kpnam@snu.ac.kr

Received : 2022. 02. 21 Reviewed : 2022. 03. 02
Accepted : 2022. 04. 11 Discussion until : 2022. 06. 30

76

특허 등록

- 철산화물과 비소의 공침 기작을 이용한 중금속 오염 토양 내 비소 안정화 방법 (국내)
- 위해도 결정 방법 및 장치 (국내)

특허증
CERTIFICATE OF PATENT

특 허 제 10-2354442 호
Patent Number

출원번호 Application Number 제 10-2019-0177994 호
출원일 Filing Date 2019년 12월 30일
등록일 Registration Date 2022년 01월 18일

발명의명칭 Title of the Invention
철산화물과 비소의 공침 기작을 이용한 중금속 오염 토양 내 비소 안정화 방법

특허권자 Holder
서울대학교산학협력단(114371-*******)
서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)

발명자 Inventor
등록사항란에 기재

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허원부에 등록되었음을 증명합니다.
This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.

2022년 01월 18일
특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
김 용 래

특허청
Korean Intellectual Property Office

특허등록

발명인: 남경필, 박진희

출원인: 서울대학교 산학협력단

등록일: 2022년 1월 18일

등록번호: 10-2354442

특허증
CERTIFICATE OF PATENT

특 허 제 10-2369618 호
Patent Number

출원번호 Application Number 제 10-2020-0025317 호
출원일 Filing Date 2020년 02월 28일
등록일 Registration Date 2022년 02월 25일

발명의명칭 Title of the Invention
위해도 결정 방법 및 장치

특허권자 Holder
등록사항란에 기재

발명자 Inventor
등록사항란에 기재

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허원부에 등록되었음을 증명합니다.
This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.

2022년 02월 25일
특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
김 용 래

특허청
Korean Intellectual Property Office

특허등록

발명인: 남경필, 이승묵, 김상현, 정현용, 김영권, 김현구, 노회정, 김지인, 정현미

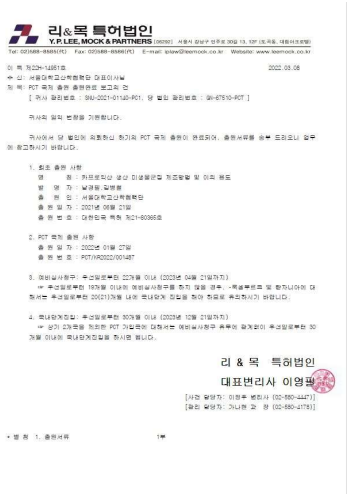
출원인: 서울대학교 산학협력단

등록일: 2022년 2월 25일

등록번호: 10-236918

특허 출원

▌카프로익산 생산 미생물군집 제조방법 및 이의 용도 (해외, PCT)



리&목 특허법인
Y.P. LEE, MOCK & PARTNERS (06292) 서울시 강남구 언주로 30길 13, 10F (도곡동, 대림아크로텔)
Tel: 02)568-8885(代) Fax: 02)568-8886(代) E-mail: iplaw@leemock.co.kr Website: www.leemock.co.kr

이 제 : 제23-14861호 2022.03.08
수 신 : 서울대학교산학협력단 대표이사 귀
참 조 : PCT 국제 출원 출원완료 보고의 건
[귀사 관리번호 : SNU-2021-0112D-PC1, 당 법인 관리번호 : 9H-6751O-PCT]

귀사의 益益 번창을 기원합니다.

귀사에서 당 법인에 의뢰하신 하기의 PCT 국제 출원이 완료되어, 출원서류를 송부 드리오니 참조하시기 바랍니다.

1. 최초 출원 사항
명 칭 : 카프로익산 생산 미생물군집 제조방법 및 이의 용도
발 명 자 : 남경필, 김병철
출 원 인 : 서울대학교산학협력단
출 원 일 자 : 2021년 0월 21일
출 원 번 호 : 대한민국 특허 제21-80366호

2. PCT 국제 출원 사항
출 원 일 자 : 2022년 0월 27일
출 원 번 호 : PCT/KR2022/001487

3. 예비심사청구 : 우선일로부터 22개월 이내 (2023년 04월 21일까지)
※ 우선일로부터 19개월 이내의 예비심사청구를 하지 않을 경우, 국제출원료 및 한국나라에 대한 우선일로부터 20(21)개월 내의 국내단계 진입을 원하 한국어로 번역하시기 바랍니다.

4. 국내단계진입 : 우선일로부터 30개월 이내 (2023년 10월 21일까지)
※ 상기 간격을 지키지 PCT 가입국의 대행사는 예비심사청구 유무에 관계없이 우선일로부터 30개월 이내의 국내단계진입을 하시면 됩니다.

리 & 목 특허법인
대표변리사 이영필
[사건 담당자 : 이동우 변리사 (02-560-4447)]
[관리 담당자 : 기나현 과 장 (02-560-4173)]

* 첨 부 1. 출원서류 1부

특허출원

발명인: 남경필, 김병철

출원인: 서울대학교 산학협력단

출원: 2022년 1월 27일

출원번호: PCT/KR2022/001487

국내 학술대회 발표

한국지하수토양학회 춘계학술대회 (제주 부영호텔, 04.27~ 04.29)

1. 문찬규, 김병철, 남경필
   Dithionite에 의한 nontronite 내 structural iron의 산화환원 상태 변화
2. 박주용, 안진성 남경필
   토양에서 DGT를 이용한 release risk 결정과 이를 통한 카드뮴 안정화기술의 지속성 평가에 관한 연구
3. 송호재, 남경필
   칼슘에 의한 토양 내 철산화물에 흡착된 스트론튬 제거 기작 결정: XRD, XPS, XANES, 및 EXAFS 분석결과
4. 윤성희, 김병철, 남경필
   지중환경특성을 고려한 인공 지하수 내 아연과 카드뮴 제거를 위한 다황화칼슘 최적 주입량 도출
5. 이호섭, 안진성, 정슬기, 남경필
   원위치 철산화물 합성법을 이용한 중금속 오염 토양 안정화 공법 개발
6. 정부윤, 안진성 남경필
   산화·환원 조건과 pH가 퇴적토 내 카드뮴의 유기탄소 및 철산화물 분배에 미치는 영향

한국환경준설학회 춘계학술대회 (대전 K-water 인재개발원, 05.27)

1. 정부윤, 안진성, 남경필
   퇴적토 내 카드뮴의 독성평가에서 분배상으로서 철 산화물의 역할: 산화환원 상태 및 pH의 영향

한국물환경학회·대한상하수도학회 공동학술발표회 (부산 Bexco, 09.22)

1. 정부윤, 안진성, 남경필
   산화된 퇴적토에서 카드뮴 흡착상으로서의 철 산화물의 역할

▌한국지하수토양학회 추계학술대회 (서울대학교 시흥 캠퍼스, 10.13~10.14)

1. 문찬규, 문희선, 남경필
   Dithionite에 의한 점토광물내 내 structural iron의 산화환원 상태 변화
2. 박주용, 안진성, 남경필
   DGT/DIFS를 이용한 철 산화물 기반 비소 안정화 토양의 비소 재용출 속도 평가
3. 송호재, 남경필
   포타슘에 의한 토양 내 유기화합물에 흡착된 세슘 제거 기작 연구
4. 윤성희, 김병철, 남경필
   다황화칼슘에 의해 저감된 중금속 침전물의 용존 산소 존재에 따른 안정성 평가
5. 이호섭, 안진성, 정슬기, 남경필
   In situ 철산화물 합성법을 이용한 중금속 안정화 기작에 관한 연구: 반복적 합성이 안정화에 미치는 영향
6. 정부윤, 안진성, 남경필
   산화된 퇴적토에서 카드뮴 흡착상으로서의 철 산화물의 역할

국제 학술대회 발표

American Geophysical Union Fall Meeting 2022 (McCormick place, Chicago, 12.12~12.16)

1. 문찬규, 김병철, 남경필
   Redox Change of Structural Iron by Dithionite in Fe^{3+}-bearing Clay Minerals
2. 박주용, 안진성 남경필
   Determination of the Stability of As(V) and Cd in Soil Immobilized with Fe-oxides by using DIFS
3. 송호재, 남경필
   Determination of Removal Mechanism of Fe-adsorbed Strontium by Calcium with X-Ray Based Instrumental Analyses
4. 윤성희, 김병철, 남경필
   Reaction Kinetics and Removal Mechanism of Cadmium and Zinc by Calcium Polysulfide in Groundwater
5. 이호섭, 안진성, 정슬기, 남경필
   Mechanistic Study on Heavy Metals Stabilization Using In Situ Iron oxide Syntesis: Effect of Repeated Synthesis on Stabilization Mechanism
6. 정부윤, 안진성 남경필
   Incorporation of Fe oxides as an Additional Cd Partitioning Phase in the Presence of Humic Acid for Development of Sediment Toxicity Prediction Model in Oxic Conditions

연구과제

▌대수층 Clay mineral 함유 철 이온의 원자가 변화를 이용한 Redox-Sensitive 중금속 제거기작 규명 및 원위치 지하수 정화 기술 개발에 관한 연구

한국연구재단, 2022.09.01 - 2025.02.28, 연구책임자: 남경필

▌㈜영풍 석포제련소 지하수 시범정화 [정화계획서 및 기본/실시설계 용역]

민간기관, 2022.11.07 - 2023.12.31, 연구책임자: 남경필

▌2022년 반환예정 미군기지 위해성평가 (B)

한국환경공단, 2022.09.21 - 2024.02.20, 연구책임자: 남경필

▌2021년 반환예정 미군기지 위해성평가 (B) (종료)

한국환경공단, 2021.06.14 - 2022.11.30, 연구책임자: 남경필

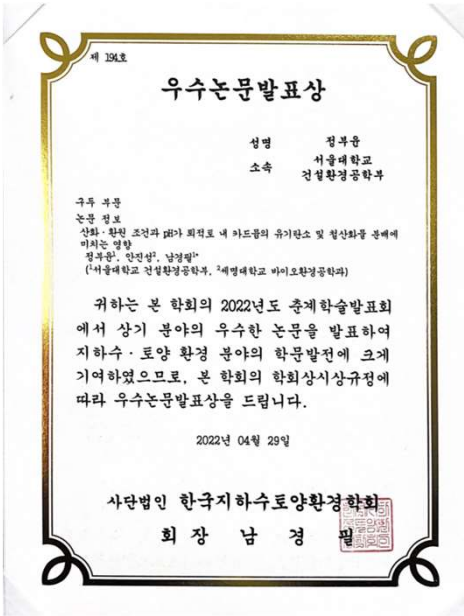
▌소화슬러지의 Anaerobic Open Culture (AOC) shaping을 통한 고순도 헥사노익산 생산 및 잔여 탄소원 회수 플랫폼 개발 (종료)

한국연구재단, 2019.09.01 - 2022.02.28, 연구책임자: 남경필

▌㈜영풍 석포제련소 중금속 오염지하수 정화 및 관리대책 수립 (종료)

민간기관, 2021.08.25 - 2022.08.31, 연구책임자: 남경필

수상



제 194호

우수논문발표상

성명 정부윤
소속 서울대학교 건설환경공학부

구두 부문
논문 정보
산화·환원 조건과 pH가 퇴적토 내 카드뮴의 유기탄소 및 철산화물 분배에 미치는 영향
정부윤[1], 안진성[2], 남경필[1]
([1]서울대학교 건설환경공학부, [2]세명대학교 바이오환경공학과)

귀하는 본 학회의 2022년도 춘계학술발표회에서 상기 분야의 우수한 논문을 발표하여 지하수·토양 환경 분야의 학문발전에 크게 기여하였으므로, 본 학회의 학회상시상규정에 따라 우수논문발표상을 드립니다.

2022년 04월 29일

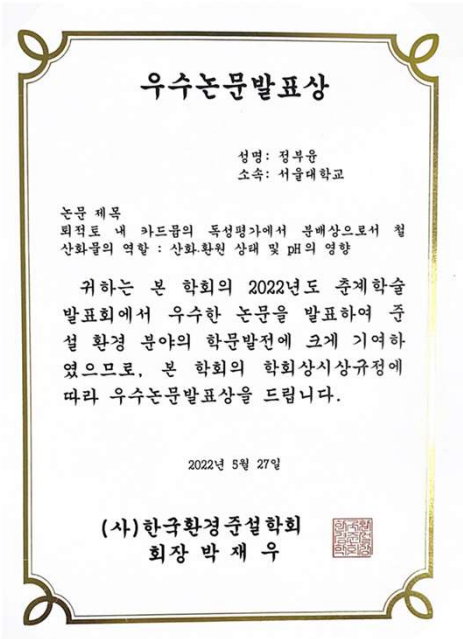
사단법인 한국지하수토양환경학회
회 장 남 경 필

▌우수논문발표상

정부윤, 안진성, 남경필

지하수토양환경학회

2022년 4월 29일



우수논문발표상

성명: 정부윤
소속: 서울대학교

논문 제목
퇴적토 내 카드뮴의 독성평가에서 분배상으로서 철산화물의 역할 : 산화.환원 상태 및 pH의 영향

귀하는 본 학회의 2022년도 춘계학술발표회에서 우수한 논문을 발표하여 준설 환경 분야의 학문발전에 크게 기여하였으므로, 본 학회의 학회상시상규정에 따라 우수논문발표상을 드립니다.

2022년 5월 27일

(사)한국환경준설학회
회장 박 재 우

▌우수논문발표상

정부윤, 안진성, 남경필

한국환경준설학회

2022년 5월 27일

Research Activity

철 산화물의 영향을 고려한 산화 퇴적토에서의
카드뮴 독성 예측 모형 개선 • 18

철 산화물에 대한 스트론튬의 흡착 특성 분석 및
칼슘 용액을 활용한 제거 기작 분석 • 19

제련소 부지특이적 지하수오염원 평가 및 시설하부
불포화대 토양 내 원위치 철산화물 합성을 통한
중금속 안정화에 관한 연구 • 20

Dithionite 원위치 주입을 통한 대수층내 환원구역
생성 및 이를 통한 지하수내
환원민감성 무기물 안정화에 관한 연구 • 21

다황화칼슘을 이용한 지하수 내 카드뮴과 아연 저감
: 침전 기작, 산화 저항성에 관한 연구 • 22

DGT/DIFS를 이용한 철 산화물 기반 비소 안정화
토양의 안정화 지속성 평가 • 23

철 산화물의 영향을 고려한 산화 퇴적토에서의 카드뮴 독성 예측 모형 개선

정부윤

연구배경

퇴적토의 중금속 독성을 평가하는 방법으로 평형 분배(Equilibrium Partitioning; EqP) 모형이 오래전부터 미국 환경청(USEPA) 등에서 널리 사용되고 있다. EqP는 산 휘발성 황화물(Acid Volatile Sulfide; AVS)의 농도와 산으로 추출되는 중금속의 농도(Simultaneously Extracted Metal; SEM)를 비교하여 SEM의 양이 AVS보다 많은 경우 AVS와 결합하지 않는 여분의 중금속 이온이 생물에게 독성영향을 발현한다고 가정한다. 이러한 EqP 모형을 바탕으로 제안된 Sediment Biotic Ligand Model (S-BLM)은 AVS와 결합하지 않는 여분의 중금속 이온이 입자성 유기탄소(Particulate Organic Carbon; POC)에 분배되면 생물학적으로 이용 가능하지 않기 때문에 이를 정량적으로 나타냄으로써 생물에게 독성 영향을 발현하지 않는 중금속 농도 기준을 제시한다. 하지만 중금속 이온의 분배상(partitioning phase)으로서 POC만을 고려하므로 산화물이나 미네랄 등 다른 요소들의 영향을 포함하지 않는다는 한계가 있다. 산소가 결핍된 깊은 깊이의 퇴적토의 경우에도 다양한 원인들로 인하여 산소가 유입됨으로써 철, 망간 등의 산화물이 생성되어 추가적인 중금속 분배상으로 작용할 개연성이 있으므로 기존의 독성 평가 방법으로는 중금속의 독성을 정확하게 예측하기 어렵다.

연구목표

산소가 결핍된 상태의 퇴적토가 산화되는 과정에서 생성되는 산화물의 생성이 퇴적토 내의 카드뮴 분배와 거동에 미치는 영향을 평가하여 독성예측모형에 반영하고 모형을 개선함으로써 보다 합리적인 퇴적토 독성 예측이 가능하도록 한다.

연구내용

[1] 퇴적토 내 카드뮴 독성에 영향을 미치는 인자 확인

깊은 곳의 퇴적토는 산소가 결핍된(anoxic) 환경에 존재하며 이때 중금속의 분배상으로 AVS 중요한 역할을 한다. 그러나 준설, 재부유 등의 요인으로 퇴적토가 산화할 수 있으며, 이로 인하여 생성되는 철 산화물은 카드뮴의 흡착상으로 영향을 미칠 수 있다. 이때, 철 산화물로 분배된 카드뮴은 자유금속이온의 형태가 아니기 때문에 생물에 독성 영향을 발현하지 않는다. 이러한 철 산화물의 생성은 퇴적토의 환경(pH 및 Eh)에 따라 달라지며 퇴적토 내 존재하는 유기탄소와 철 산화물에 카드뮴이 주요하게 흡착할 수 있다.

[2] 퇴적토 독성예측 모형의 개선

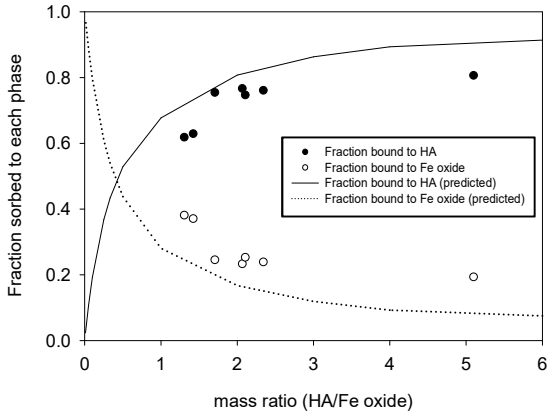
기 개발된 퇴적토 독성예측모형인 S-BLM은 카드뮴의 분배상으로 POC만을 고려하고 있다. 따라서 본 연구에서는 철 산화물을 추가적인 분배상으로 고려하여 기존의 독성예측모형을 개선하고, 이를 통해 보다 생물학적이용성에 기반한 합리적인 카드뮴 독성평가를 가능하게 하고자 한다.

[3] 모형의 검증 및 적용성 평가

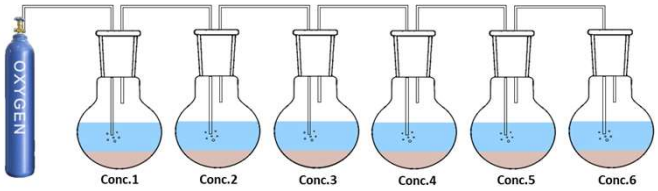
개선된 모형의 적용성을 평가 및 검증하기 위해 퇴적토를 특수 제작한 flow-through flume에 적치하고 생물독성실험 결과와 비교한다.

기대효과

본 연구를 통해 산화 퇴적토에서 적용할 수 있는 카드뮴 독성 예측 방법을 제시할 수 있을 것으로 기대된다.



Fraction of Cd sorbed to humic acd and Fe oxide



Cd adsorption tests to Fe oxides

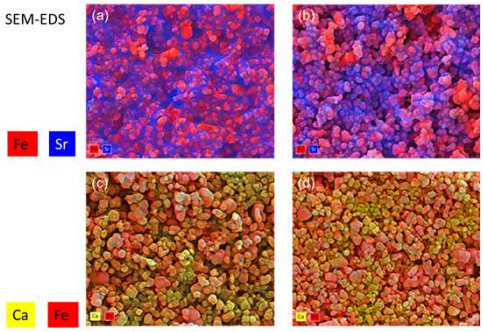
철 산화물에 대한 스트론튬의 흡착 특성 분석 및 칼슘 용액을 활용한 제거 기작 분석

송호재

연구배경

원자력 발전소 주변 토양은 발전소에서 발생하는 스트론튬(Sr)은 참고문헌에 따르면 철 산화물에 특이적으로 잘 흡착된다고 알려져 있다.

스트론튬은 칼슘과 물리화학적으로 유사한 특성을 갖고 있어서, 인체에 흡수 되었을 때 칼슘 대신 뼈에 축적되어 백혈병과 골수암을 유발하기 때문에 효과적인 제거가 필수적이다. 본 연구에서는 철 산화물에 흡착된 Sr이 Ca 용액으로 제거되는지 알아보고 그 원리를 파악한다.



연구내용

[1] Sr을 pH 8과 10에서 Hematite에 흡착하는 실험

0.1 g의 Hematite에 $SrCl_2$ 용액을 각각 pH 8과 10 에서 충분한 시간 동안 흡착하였다. Sr의 농도는 25, 50, 100, 250, 500 mg/L로 설정하였다. Adsorption kinetic과 isotherm에 따르면, 약 250분 부터 흡착 평형을 이루었고 Langmuir isotherm을 따르는 것을 파악하였다.

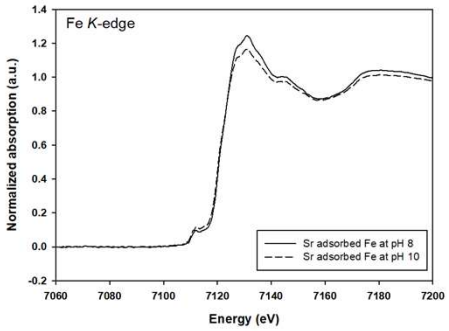
[2] 최적세척 조건의 칼슘용액으로 Sr이 흡착된 Hematite를 세척하는 실험

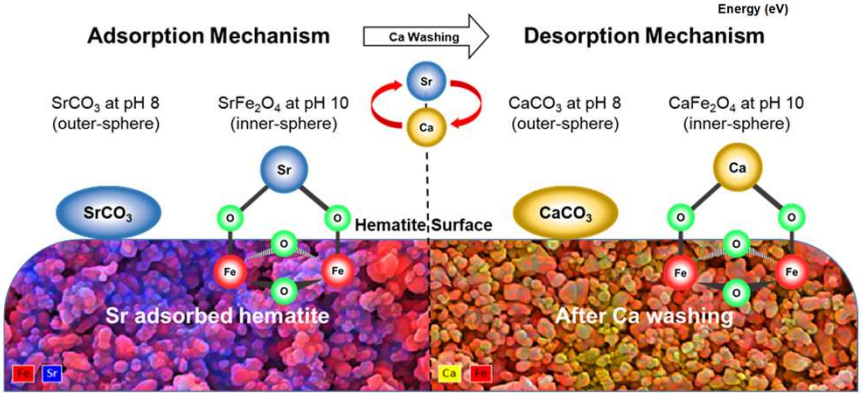
과거 연구에서 Box-Bhenken design을 통해 도출한 Sr에 대한 Ca용액의 최적 세척조건을 사용하여 Sr이 흡착된 Hematite를 세척하였다. 세척 후 흡착 특성에 따른 세척 효과와 원리를 파악하기 위해 XRD, XPS, EXAFS, XANES 등의 실험 장비를 사용하였다.

실험결과 및 기대효과

Sr이 Hematite에 흡착되기 시작하는 pH 8과 최대 흡착능을 보였던 pH 10에서 흡착 실험을 진행하고 각각의 샘플을 분석을 통하여 흡착 형태를 파악하였다. XRD 와 XPS 결과에서 pH 10에서 흡착된 Hematite의 경우 $SrFe_2O_4$ 의 형태로 Sr이 흡착되어있음을 보아 pH 10에서는 Sr이 inner-sphere complexation을 형성하는 것을 알 수 있었다. pH 8의 경우에는 $SrCO_3$형태로 흡착되는 것을 알 수 있었다.

XANES 결과에서는 EXAFS를 통해 R-space 결과를 유도할 수 있었고 이에 따라 Sr이 철산화물에 흡착된 결합길이들을 파악할 수 있었다. 이를 통해 Sr의 inner-sphere complexation의 형태까지 유추할 수 있었다. 본 실험을 통해 Ca용액은 inner-sphere로 강하게 결합된 Sr을 치환 탈착한다는 것을 유추할 수 있다. 추후에는 추가적인 연구를 통해 기작을 조금 더 명확하게 밝히고자 한다.





Graphical summay of Sr adsorption on hematite and Sr substitution by Ca solution.

제련소 부지특이적 지하수오염원 평가 및 시설하부 불포화대 토양 내 원위치 철산화물 합성을 통한 중금속 안정화에 관한 연구

이호섭

연구배경

제련소 부지 내 시설하부 불포화대 토양이 고농도 복합중금속으로 오염되어 굴착 및 세척과 같은 적극적인 정화가 곤란하여 합리적인 오염부지관리의 필요성이 제안되었다. 그러나 현재까지 현 부지와 같은 상황에 오염원 조사, 적용성 평가를 통한 정화기술 개발 및 실증화, 안정화 판단이 가능한 환경모니터링이 통합된 체계가 도입된 사례가 없다. 따라서, 부지특이적 오염원 조사, 정화기술 개발 및 실증연구를 통해 통합된 오염관리 체계를 구축하고 실제 부지에 적용하고자 한다.

연구목표

1. **제련소 지하수오염원 조사:** 중금속의 지화학적 특성 기반 제련소 불포화대 지하수오염원 조사 및 장기적 중금속 지하수 유출량 예측을 통한 확산 원인 파악

2. **불포화대 중금속 안정화 기술 개발:** 원위치 철산화물 합성을 통한 고농도 카드뮴, 아연, 비소의 안정화 기작 및 반복적 합성을 통한 안정화 중금속의 안정성 향상

3. **안정화 기술의 실증연구:** 부지특이적 안정화 기술 개발을 위한 실험실 및 파일럿 규모의 수평관정 및 안정화 기술 적용성 평가

연구내용

[1] 제련소부지 지하수 오염원 조사

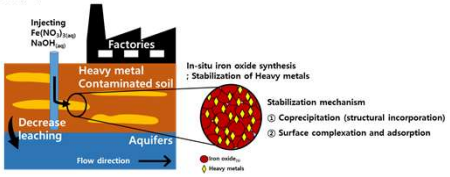
원광석으로 판단되는 중금속이 포함된 미네랄이 불포화대 내 전반적으로 존재하며 특정 구역을 제외하고 토양 중금속 농도 대비 낮은 용출농도로 미뤄 볼 때 강우 또는 지하수위 변동에 따른 지속적인 중금속의 지하수 확산 으로 판단하였다.

제련소부지 전경

부지 전반에 걸쳐 구역별 불포화대 토양에 대한 구역별 및 심도별 오염도, 존해형태, 용출특성이 매우 상이하였으나, 장기용출특성에 따라 구역들을 분류할 수 있었고, RIVM(2007)의 장기용출예측 모델을 통해 균일한 불포화대를 가정한 부지의 단위 면적당 지하수로 유입된 10년간 누적 중금속의 양과 유입률을 도출하였다. 또한, 모델 인자별 민감도에 따라 중금속의 지하수 유입을 결정하는 주요 인자로는 용출정도(i.e., leaching rate)임이 확인 됨에 따라 중금속의 용출정도를 조절할 수 있는 안정화 기술을 제안하였다.

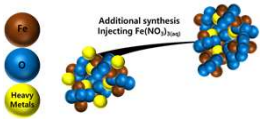
[2] 원위치 철산화물 반복 합성을 통한 복합중금속 안정화 기술 개발

원위치 철산화물 합성법을 이용한 중금속 안정화는 비소를 대상으로 많은 연구가 진행되었으나, 고농도의 양이온 중금속인 카드뮴 및 아연 등과 같은 복합중금속에 대한 안정화 기작에 대한 연구가 부족한 실정이며 안정성 측면에서의 용출저감능을 향상시키기 위한 노력이 등한시되었다.



원위치 철산화물 합성을 통한 불포화대 내 중금속 안정화 모식도

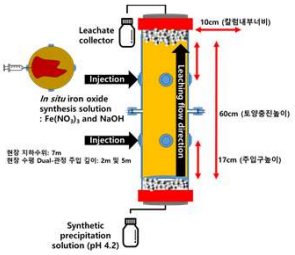
본 안정화 기술은 오염된 불포화대 내에 용액을 주입함으로써 철산화물이 형성되는 과정에서 이온상의 중금속은 공침 및 표면 흡착/침전을, 토양입자 코팅을 통해 안정한 형태를 이룰 수 있다. 고농도와 복합중금속 오염이란 부지특이적 상황을 고려해 반복적으로 합성 용액을 주입해 철산화물 표면에 흡착한 중금속이 기존 철산화물 입자의 성장 또는 추가적으로 형성된 철산화물에 의해 sequestration 되었고, 이에 강우에 의한 용출정도가 저감하였다.



반복적 철산화물 합성을 통한 표면흡착된 중금속의 sequestration

[3] 수평관정 시공 현장모사를 통한 안정화 기술의 적용성 평가 및 토양 내 중금속 안정화 기작

시공을 위한 물리적인 공간이 제한됨에 따라 수평관정(i.e., horizontal injection well)을 이용한 안정화 기술 적용이 결정되었다. 현장 적용성 평가는 실험실 및 파일럿 규모에서 현장을 모사하고 주입조건을 도출함과 동시에 토양 내 안정화 기작에 대한 연구를 수행할 계획이다.



실험실 규모 현장 수평관정 시공 모사 토조 칼럼 모식도

기대효과

본 연구는 중금속의 노출량을 저감하는 관점에서 적극적 정화가 곤란한 부지에 '오염부지관리' 체계를 수립하는데 기여할 수 있다.

Dithionite 원위치 주입을 통한 대수층내 환원구역 생성 및 이를 통한 지하수내 환원민감성 무기물 안정화에 관한 연구

문찬규

연구배경

일반적인 토양/지하수의 환경에서 크롬과 우라늄은 6가 형태의 음이온 ($HCrO_4^-$, $UO_2(CO_3)_3^{4-}$)으로 존재하여 토양 매질에 흡착되지 않고 넓은 범위로 확산하여 존재한다. 실제로, 국내 다수의 연구 결과에서 자연 기원 또는 광업, 제련소, 발전소 운영과 같은 토지기반 산업활동으로 인한 지하수내 오염이 다수 보고되었다. 크롬과 우라늄과 같은 redox-sensitive한 오염물질을 대상으로한 오염정화공법으로써 *In Situ* chemical treatment (원위치 화학적 고정화/분해)가 개발, 적용되고 있다. 그 중, *In Situ* Redox Manipulation (ISRM)은 정화공법으로 대수층 내 dithionite 주입을 통해 환원 구역을 생성하여, 지하수 흐름에 따라 오염물질이 반응지역을 통과하는 경우 환원/침전하여 안정화하는 정화공법이다. ISRM 기술은 지반환경에 영향을 최소한으로 하면서 넓은 범위의 고농도 크롬, 우라늄의 효율적인 정화를 달성할 수 있는 큰 장점이 있지만, 현재까지의 연구는 다양한 지반환경 요소들을 고려하지 않고 특정한 부지에서의 정화 목표 달성에만 초점이 맞춰져 있다. 최근 들어서야 기술 적용시 토양 매질 내 structural iron의 역할이 중요하다는 점이 밝혀지고 있다. 점토광물에 존재하는 구조철 (structural iron, 주로 Fe^{3+})은 환원제가 존재할 때 전자운반체 (electron shuttle)로 작동할 수 있으며, 이런 특성으로 인해 대수층 매질에 존재하는 Fe^{3+}를 함유하고 있는 점토광물은 환원층 (reductive zone)을 형성하여 지하수에서 중금속을 침전제거 하는데 활용될 수 있다. 본 연구에서는 structural iron의 환원특성, 정화기작을 규명하고 대수층내 dithionite 주입을 통한 redox zone을 생성 및 이를 이용한 지하수내 redox sensitive inorganic 제거기술을 개발하고자한다.

연구목표

대수층내 dithionite 주입을 하여 structural iron을 환원, reduction zone의 형성하고 이를 이용하여 지하수내 크롬과 우라늄을 안정화 하는 원위치 정화기술을 개발하고 검증한다.

연구내용

[1] Dithionite의 pH 조건별 안정성 및 환원력 평가

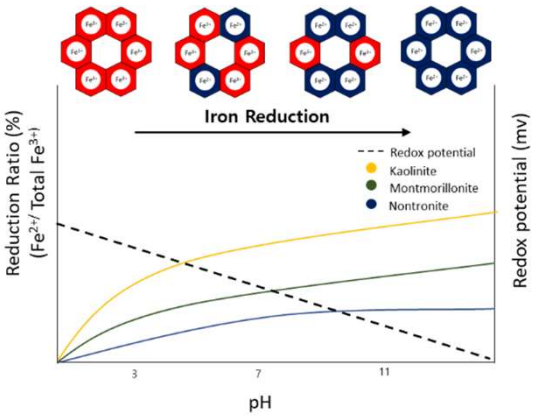
[2] Dithionite와 반응시 3가지 종류의 점토광물내 (Nontronite, Montmorillonite, Kaolinite) structural iron의 환원특성 비교

[3] Dithionite으로 환원된 점토광물을 이용한 크롬 및 우라늄의 제거

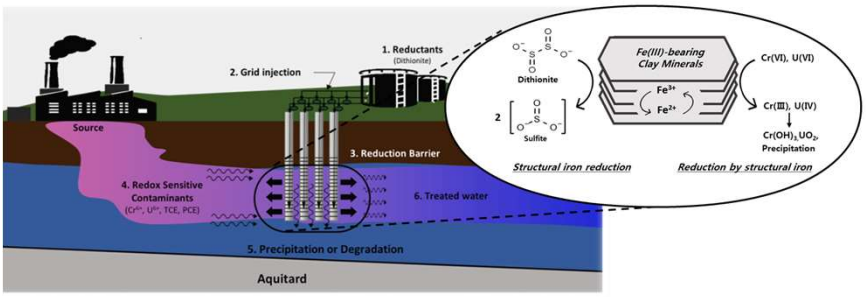
[4] Flow condition에서의 dithionite 주입을 통한 reduction zone을 생성 및 크롬 및 우라늄의 제거 평가

기대효과

본 연구를 통해, 대수층 내 clay mineral의 물리 화학적 특성을 이해하고 이를 활용하여, 현재까지 국내에 적용되지 않은 원위치 지하수 정화공법, ISRM (*In Situ* Redox Manipulation) 기술을 제안하고자 한다. 본 연구개발성과는 지중환경을 고려하여 개발된 지속 가능한 친환경 공법으로써, 국내 적용이 가능한 지하수 정화 원위치기술로 활용될 것이다.



pH에 따른 dithionite에 의한 structural iron의 환원



ISRM 모식도

다황화칼슘을 이용한 지하수 내 카드뮴과 아연 저감 : 침전 기작, 산화 저항성에 관한 연구

윤성희

연구배경

카드뮴과 아연으로 오염된 지하수를 정화하고자 하였고 지하수 내 고농도의 중금속을 효과적으로 제거할 수 있는 방법은 화학물질을 직접적으로 주입하여 침전시키는 것이라고 생각이 들었습니다. 침전 형태 중 황화물이 용해도곱 상수도 작고 pH 변화에도 안정적으로 존재할 수 있다는 생각이 들어 황화물 형태로 중금속을 정화하고자 하였습니다. 지하수 내로 주입할 후보 물질을 선정하는 과정에서 Calcium polysulfide (CPS)가 환원제로도 성공적으로 작동한 선행 연구를 토대로 해당 물질을 이용하여 중금속을 저감하고자 하였습니다. 하지만 CPS가 카드뮴과 아연을 저감시키는 구체적인 기작에 대해 잘 알려져 있지 않았고 계절별 강수량 편차로 인해 침전된 중금속이 산화되어 재용출될 수 있는 우려가 있는 상황이었습니다.

연구목표

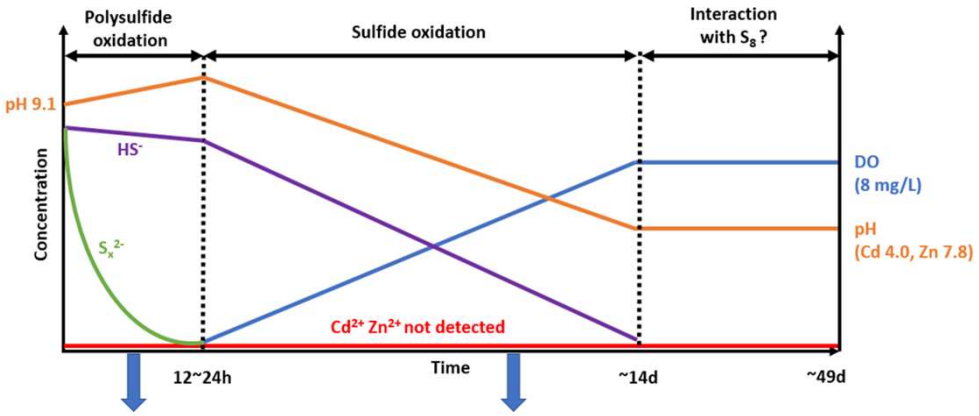
카드뮴과 아연으로 오염시킨 인공 오염수에 CPS를 주입하며 구체적인 중금속 저감 기작을 도출하고 제거된 중금속 침전물을 대기중에 노출시키면서 중금속의 재용출 여부를 확인하고자 하였습니다.

연구내용

CPS에서 하나의 sulfide가 중금속과 결합하여 황화물 형태로 침전하고 나머지는 0가인 elemental sulfur로 존재하게 됩니다. 중금속 저감이 완료된 후, 상층액 내에 잔류하는 polysulfide와 bisulfide는 중금속 침전물이 대기중에 노출되더라도 용존산소와 반응하여 중금속의 산화 및 재용출을 막습니다. 그리고 이 두 물질이 다 고갈되더라도 elemental sulfur와 중금속 침전물 사이의 상호작용으로 중금속이 용출되지 않고 장기적으로 안정적으로 존재할 것으로 생각됩니다.

기대효과

CPS를 주입하여 중금속을 침전시킬 경우, bioremediation이나 permeable reactive barrier 대비 고농도로 오염된 오염원을 정화할 수 있고 중금속의 산화 또한 억제할 수 있어 장기적인 관점에서 안정적으로 지하수 내 중금속을 제거할 수 있을 것으로 기대가 됩니다.



$$S_x^{2-} + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow S_2O_3^{2-} + (x-2)S^0$$

$$HS^- + \frac{1}{2}O_2 + H^+ \rightarrow S^0 + H_2O$$

$$HS^- + O_2 \rightarrow \frac{1}{2}S_2O_3^{2-} + \frac{1}{2}H_2O$$

$$HS^- + \frac{3}{2}O_2 \rightarrow SO_3^{2-} + H^+$$

$$HS^- + 2O_2 \rightarrow SO_4^{2-} + H^+$$

CPS 주입으로 저감된 중금속 침전물에 대한 용존 산소의 영향

DGT/DIFS를 이용한 철 산화물 기반 비소 안정화 토양의 안정화 지속성 평가

박주용

연구배경

중금속으로 오염된 토양의 정화에는 토양으로부터 중금속의 제거(removal) 방법과 토양내 중금속의 이동성을 낮추는 안정화(stabilization) 방법이 있다. 토양내 중금속 안정화 방법의 적용 시 중금속은 공극수(dissolved phase)와 고체상(solid phase) 사이에서 새로운 평형을 이루게 된다. 하지만 식물, 동물, 미생물 등 토양 생태계에 의한 흡수(uptake), 또는 강우 따위에 의해 토양 공극수 내 중금속 농도가 감소하는 경우, 중금속은 고체상으로부터 공극수로 확산현상에 의해 새로이 공급될 수 있다. 즉, 중금속의 안정화를 평가하기 위해서는 당장의 공극수 혹은 고체상의 순간적인 농도(snapshot)뿐만 아니라 시간이 지남에 따라 발생할 수 있는 중금속의 재용출(re-release)을 고려할 필요가 있다.

Diffusive gradients in thin films(DGT)는 토양 공극수에 존재하는 금속 이온을 확산 현상을 이용해 축적하는 수동 샘플러로, 장치의 얇은 확산 막(diffusive layer)과 결합 막(binding layer)은 주변 중금속을 고갈시킴으로써 토양 생물권에 의한 흡수(uptake)를 모사한다. 이로 인해 형성된 장치 주변의 농도 기울기는 토양 입자에 흡착된 중금속의 공극수로의 탈착을 유도하며, 따라서 시간에 따라 DGT에 축적된 중금속의 농도로부터 중금속의 흡착 및 탈착 속도 상수(k_1, k_{-1})와 고체상으로 존재하지만 궁극적으로 탈착될 수 있는(이용 가능한; labile) 중금속의 분배비($K_{d\ labile}$)를 예측할 수 있다.

연구목표

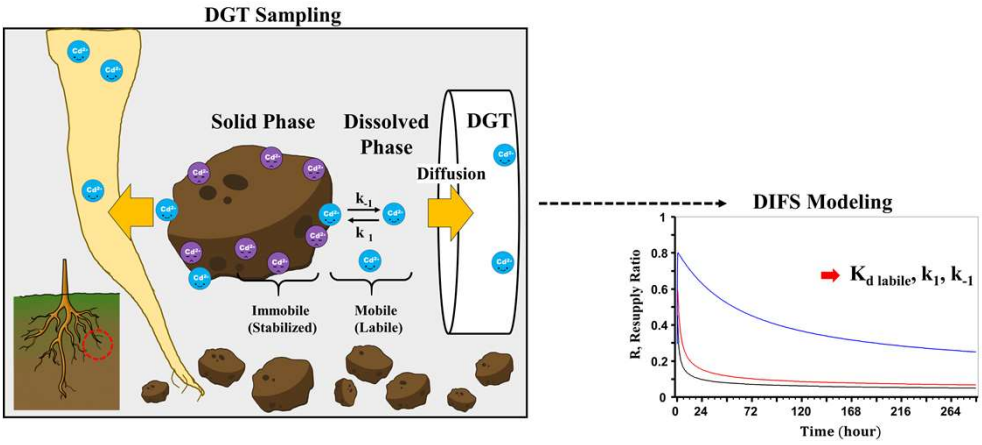
중금속으로 오염된 토양을 다양한 방법으로 안정화했을 때, 각 안정화의 효과와 지속성을 DGT/DIFS를 이용해 평가한다.

연구내용

토양에 흔히 존재하는 중금속인 비소(As)와 카드뮴(Cd)의 정화 수단으로 철산화물을 이용한 안정화를 고려할 수 있다. 철 산화물을 처리하는 방법에는 기 합성된 철산화물을 가루 형태로 토양과 섞어주는 방법 (*ex situ* amendment)과, 3가 철 수용액을 토양에 가한 뒤 토양 내에서 철 산화물이 합성되게끔 유도하는 방법 (*in situ* synthesis)이 있다. *In situ* synthesis 방법이 *ex situ* amendment 방법에 비해 비소의 안정화 및 생물학적 접근성의 저감이 우수한 것으로 연구된 바 있는데, 본 연구에서는 각 방법으로 비소와 카드뮴 오염 토양을 안정화 했을 때의 안정화 효과와 지속성을 DGT/DIFS를 통해 도출한 재용출 속도 (releasing rate)를 이용해 평가하고자 한다.

기대효과

기존의 연구들은 안정화를 확인하기 위해 다양한 화학적 추출 (chemical extractions) 방법을 통해 토양 내 중금속의 존재형태를 파악한다. 하지만 이러한 접근은 평형 상태의 중금속의 농도를 반영하지 못한다는 한계를 지닌다. 공극수를 채취해 그 농도를 분석하는 전통적인 방법 또한 고체상으로부터의 탈착/재공급 동역학을 반영하지 못한다는 한계를 가진다. 한편, DGT/DIFS를 이용한다면 $K_{d\ labile}$, k_1, k_{-1} 값을 예측함으로써 앞서 설명한 한계들을 극복할 수 있을 것으로 기대된다.



식물의 흡수 기작을 모사한 DGT 샘플링과 DIFS모델을 이용한 탈착/재공급 속도상수 도출

People

입학생 & 졸업생 • 26

구성원 현황 • 27

가족 & 졸업생 • 29

특집 • 33

입학생 & 졸업생

인턴 (2022.11 ~ 2023.05)

김채영

인턴
(2022년 11월)

아주대학교 환경안전공학과
공학사

구성원 현황

박사과정 재학생

신유나 (파트)

한강수계 토지이용용도에 따른 부착돌말의 최적 서식환경도출 및 생태 하천 복원기술로서의 활용방안

marianshin@korea.kr

이민규 (파트)

갱내채광 광산의 갱내수 유입원 추적기법 연구

sinofchu@gmail.com

이호섭

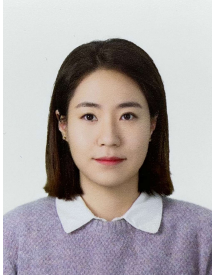
제련소 부지특이적 지하수오염원 평가 및 시설하부 불포화대 토양 내 원위치 철산화물 합성을 통한 중금속 안정화에 관한 연구

hahalee9@snu.ac.kr

안창혁 (파트)

음식물쓰레기 기반 저탄소 토양개량제 및 이를 활용한 그린 인프라 기술 개발

chahn@kict.re.kr



정부윤

철 산화물의 영향을 고려한 산화 퇴적토에서의 카드뮴 독성 예측 모형 개선

bjeong6@snu.ac.kr

석·박사 통합과정 재학생

남택우

성·복토재로 재사용되는 철강슬래그의 인체 및 환경영향평가 방안에 관한 연구

saladin1@snu.ac.kr

주원정

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

wju888@snu.ac.kr

송호재

철 산화물에 대한 스트론튬의 흡착 특성 분석 및 칼슘 용액을 활용한 제거 기작 분석

caeroro@snu.ac.kr

문찬규

Dithionite 원위치 주입을 통한 대수층내 환원구역 생성 및 이를 통한 지하수내 환원민감성 무기물 안정화에 관한 연구

chan1570@snu.ac.kr

석사과정 재학생

양우진

오염기간에 따른 비소의 존재 형태와 식물독성 변화

diewasdf@snu.ac.kr

윤성희

다황화칼슘을 이용한 지하수 내 카드뮴과 아연 저감: 침전 기작, 산화 저항성에 관한연구

apple901@snu.ac.kr

박주용

DGT/DIFS를 이용한 철 산화물 기반 비소 안정화 토양의 안정화 지속성 평가

jybak930@snu.ac.kr

가족&졸업생

가족

김영진

삼성물산 건설부문
Risk management 팀

donghauncle@gmail.com

조은혜

전남대학교
농생명화학과
부교수

ejho001@jnu.ac.kr

장석재

경희대학교
치의과전문대학

박사졸업생

류혜림 (10년 박사)

삼성물산 건설부문
Risk management 팀

ryuhyerim@gmail.com

이병선 (13년 박사)

한국농어촌공사 농어촌연구원
미래농어촌연구소
주임연구원

byungsun94@ekr.or.kr

정슬기 (14년 박사)

한국기초과학지원연구원
서울센터
선임연구원

sjeong85@kbsi.re.kr

정재웅 (14년 박사)

한국국방연구원
국방자원연구센터 시설환경연구실
선임연구원

jwjung@kida.re.kr

양경 (15년 박사)

한국환경연구원
환경평가본부
연구위원

kyang@kei.re.kr

박사 졸업생

안진성 (18년 박사)

한양대학교 ERICA
건설환경공학과
조교수

jsan86@hanyang.ac.kr

김문경 (19년 박사)

한국건설기술연구원
구조연구본부
박사후연구원

moonkyung@kict.re.kr

김상현 (20년 박사)

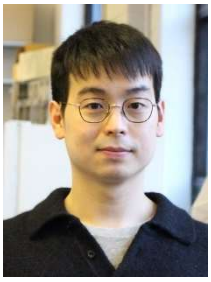
한국과학기술연구원
물자원순환연구단
선임연구원

shk0311@kist.re.kr

정현용 (20년 박사)

삼성전자 DS부문
메모리사업부 CL3
과장

h12.chung@samsung.com



김병철 (21년 박사)

University of Toronto
Department Chemical Engineering
& Applied Chemistry
박사후연구원

roybc.kim@utoronto.ca

석사 졸업생

이승룡 (06년 석사)

재미(在美)

astrana1975@gmail.com

박주영 (06년 석사)

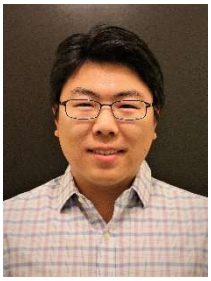
서울대학교
건설환경공학부
부교수

jy_park@snu.ac.kr

성동엽 (07년 석사)

Orchid Group
Attorney

debbysung8@gmail.com



한준경 (07년 석사)

Chevron Texas
Waste & water specialist

han.joon.kyoung@gmail.com

이승환 (08년 석사)

HDC현대산업개발
미래전략팀
매니저

lee_seunghwan@naver.com

석사 졸업생

최용주 (08년 석사)

서울대학교
건설환경공학부
부교수

ychoi81@snu.ac.kr

정재식 (09년 석사)

한국과학기술연구원
물자원순환연구단
선임연구원

jschung@kist.re.kr

이규연 (10년 석사)

서울대학교
환경대학원 생지화학연구실
박사과정

kyuyeon3@gmail.com

이승배 (11년 석사)

국가과학기술인력개발원
인재연구총괄실
부연구위원

sblee@kird.re.kr

박인선 (13년 석사)

한국환경공단
수도권서부지역본부 자원순환관리처
대리

insuni1205@hanmail.net

임상순 (13년 석사)

현대건설 기술연구원
캠프마켓 복합오염정화현장
책임연구원

iss119@hdec.co.kr

정보영 (14년 석사)

Illinois Institute of Technology
Department of Civil, Architectural,
and Environmental Engineering
Lecturer
by9219@gmail.com

임진우 (14년 석사)

Lawrence Berkeley National Laboratory
Earth & Environmental sciences

박사후연구원
imjw24@gmail.com

안준모 (15년 석사)

전북대학교
자원에너지공학과
조교수

jahn@jbnu.ac.kr

유기현 (16년 석사)

연세대학교
기계공학과
박사과정

gihyeon007@gmail.com

전인형 (19년 석사)

Yale University
Department of Chemical and
Environmental Engineering
박사과정

junih1014@gmail.com

박수진 (20년 석사)

삼성 SDI
중대형사업부
사원

junih1014@gmail.com

박진희 (19년 석사)

Princeton University
Department of Civil and
Environmental Engineering
박사과정
zionpro1005@gmail.com

채승희 (21년 석사)

Yale University
Department of Chemical and
Environmental Engineering
박사과정
seunghee.chae@yale.edu

[특집] 김채영을 소개합니다

신입생 공식질문

Q. 왜 대학원 진학을 결심하게 됐나요?

고교 시절 환경문제 해결에 기여하는 과학자로 살아가고 싶다는 꿈이 있었습니다. 그렇게 꿈을 안고 환경안전공학과에 진학하여 3년을 보냈는데, 지난 학부 시절을 다시 돌아보니 환경공학을 선택한 이유를 잊은 채 지냈다는 생각이 들었습니다. 학점 이수에 초점을 맞추고 바쁘게 살았던 모습을 떠올리며 환경에 대해 가지고 있었던 순수한 열정을 되찾고 싶다고 생각했습니다. 다행히 성적만을 위해 공부했던 학부 생활은 아니었고, 그 속에서도 학부생 연구 프로젝트와 세미나 수업 등을 통해서 연구에 대한 관심을 꾸준히 이어올 수 있었습니다. 학부 과정 특성상 여러 가지 분야를 포괄적으로 공부해야 하다 보니, 전문성을 갖춘다는 동경과 거리가 멀었던 현실에 아쉬움도 있었던 것 같습니다. 대학원 진학 결정은 이러한 전공에 대한 열정과 아쉬움이 유기적으로 작용한 결과인 것 같습니다. 현재 인턴 과정 중에 있는데, 배움의 기회를 얻겠다는 순수한 마음으로 조기졸업까지 하며 교수님께 문의드리게 된 자리입니다 😀

Q. 언제 행복을 느껴요?

누군가에게 도움을 줄 수 있을 때 큰 만족을 느끼는 것 같습니다. 경험상 그럴때 마다 저에게도 큰 배움이 있었기에 그 기회를 가치 있게 여길 수 있게 되었습니다. 빈번히 찾아오는 소소한 행복으로는 마음을 숨기지 않아도 되는 친구, 가족과 함께 할 때 입니다. 또한 카페에서 맛있는 디저트 먹는 것도 좋아합니다.

Q. 대학원 학위 기간 동안 꼭 이루고 싶은 것이 있다면?

학위 기간에만 해당하는 목표는 아니지만, 지금의 건강을 오랫동안 유지하고 싶습니다. 그러기 위해선 대학원 학위 기간에도 운동과 식단 등 자기관리를 포기하지 않는 끈기와 부지런함이 필요할 것 같습니다. 쉽지는 않겠지만 수료 후 체성분 분석 결과가 절망적이지 않도록 잘 유지해 보겠습니다. 또한 예상치 못한 상황을 유연하게 대처할 수 있는 여유를 가질 수 있게 되었으면 좋겠습니다.

김채영의 TMI

Q. 자신을 나타내는 키워드가 있나요?

실력은 미비하나, '성실'이라는 키워드가 빛을 발했던 시절이 있었던 것 같습니다. 성실하지 않았다면 지금의 저는 아마 운동선수 출신의 낙오된 학생이 되었을 수도 있었기 때문입니다.

중학교 3학년 진급을 앞두고 있었던 저는 모두의 만류를 뚫고 7년간의 탁구 선수로서의 생활을 마무리했습니다. 인문계고등학교 진학은 결코 특별한 일이 아니지만, 고등학교 진학까지 시간이 얼마 남지 않았던 시기에 그만두기로 결정했기 때문에 수업을 전혀 듣지 않았던 저에겐 기적적인 시나리오가 필요했습니다. 결과적으로 원하는 고등학교, 대학교 입학에 모두 성공하여 졸업할 땐 언제나 상위권에 있을 수 있었습니다. 그러기 위해서 오랫동안 배우지 못한 내용을 짧은 시간 안에 부지런히 따라가려 했던 기억이 납니다. 같은 내용을 배우더라도 남들보다 몇 배는 더 많은 시간이 걸렸지만, 포기하지 않았던 그 시간들이 인생의 전환점을 가져다 준 기회였던 것 같습니다.

운동선수 출신이었다는 것은 오히려 스스로 부족한 실력을 포장하는 포장지가 되진 않을까 하여 쉽게 드러내지 않았던 있었던 이야기입니다. 하지만 최근 다시 새롭게 생각해 보고 있습니다. 동기들과 같은 선상에 있는 지금의 모습이 결코 당연한 것만은 아니라는 생각도 들고, 7년의 공백 기간에 채우지 못한 기본기가 정말 컸다는 생각도 듭니다. 더 많이 공부하고 배워야 할 동기를 얻는 것 같고, 이제는 성실뿐만 아니라 실력을 갖춰야 할 때임을 느끼는 것 같습니다. SQL에서 그 실력을 잘 쌓아 좋은 학생이 되었으면 좋겠습니다. 감사합니다.

Memories

코로나 이후 3년만에 다녀온 해외 학회 • 36
석사 졸업을 앞두며 • 37
2022 SQL 인턴십을 하며 • 38
월간 SQL, 2022 • 40
토양환경연구실 연구 발자취 • 48

코로나 이후 3년 만에 다녀온 해외학회

전세계적으로 코로나 바이러스가 유행하며 해외 여행에도 제약이 생긴지 햇수로 벌써 3년이나 되었습니다. 코로나 발생 전 마지막으로 다녀온 학회가 미국 샌프란시스코에서 열렸던 2019 년 12 월 AGU(The American Geophysical Union)였는데, 다행히 올해 하반기 부터 해외여행에 대한 규제가 완화되어 3년만에 다시 해외 학회에 다녀올 수 있었습니다. 마침 이번에 참석한 학회 또한 미국 시카고에서 개최한 AGU 학회여서 코로나의 시작과 끝을 이 학회와 함께 한 기분이 들었습니다. 교수님께서는 바쁜 일정으로 참석하지 못하셨는데, 교수님 없이 가는 해외 학회도 저는 처음이었습니다.

12월 중순무렵 시카고에 간다고 했을 때 주변에서 가장 많이 들었던 얘기는 '많이 추울텐데…' 였습니다. 학부를 일리노이 주에서 다녔던 저는 내심 '한국이 더 춥던데…'라고 생각 했습니다ㅎㅎ 그럼에도 고층 건물이 많아서인지 별명이 Windy city인 시카고이기에 마음의 준비를 하고 내복, 외투, 장갑 등 철저하게 준비를 하고 떠났습니다. 밤 늦은 시간, 시카고 오헤어 공항에 도착 했을 때에도 비가 부슬부슬 내리고 있었고 다음 날 아침에도 날씨가 흐렸습니다. 그러고보니 학회 기간 내내 해를 거의 못보다가 떠나는 전날 하루 쨍한 모습이었는데, 잊고 있던 시카고의 겨울 모습이었나 봅니다. 숙소에서 학회장까지 거리가 꽤 되어서 걸으면 80분 정도 걸렸는데, 무슨 자신감인지 운동삼는다며 저는 아침 저녁으로 이 거리를 걸어서 다녔습니다. 고층 건물 사이의 칼바람이란…너무 추웠는데 기온을 보니 한국이 한파로 인해 훨씬 추운 상황이라 한국에 있는 가족들이나 친구들에게 감히 춥다는 말을 할 수가 없었습니다.

이번 학회에는 정말 많은 사람들이 참석하여 학회 등록하는 줄만 해도 어마어마하게 길었습니다. 사전 등록을 했음에도 불구하고 명찰을 받는데만 2시간 넘게 줄을 서야 했고 학회장 내 카페나 휴식 공간에도 사람이 너무 많아서 뭐든 시간이 오래 걸렸습니다. 이 모습을 보며 '이런 학회 한 번 개최하면 주최측의 수익이 얼마나 될까' 라는 개인적인 궁금함도 있었습니다.

지구물리학이라는 이름에서 알 수 있듯 AGU에는 대기 물리학, 기상학, 해양학, 우주과학 등 다양한 분야의 연구 주제들이 있었고 특히 미국 항공우주국(NASA)이 주최하는 세션들이 많아서 생소하면서도 흥미로워서 여러 발표들을 들었습니다. 한편으로 3년전에 비해 이번 학회에서는 제 연구 주제(퇴적토 독성)와 유사한 연구가 없어서 아쉬웠는데 대신 평소 접하기 힘든 다른 학문들을 보고 들으며 학식을 넓히는 기회가 되었습니다. 특히 포스터의 경우에도 저는 늘 틀에 맞춘 정형화된 양식만을 사용했는데 포스터 세션에 갔더니 별의별 개성 넘치는 포스터들이 많아서 재밌었습니다.

이번 해외 학회가 제 인생에서 마지막 해외 학회였을지 알 수 없지만(그랬으면 좋겠습니다) SQL 식구들과 또 하나의 추억을 쌓은 즐거운 시간이었고, 각자의 분야에서 멋진 연구 결과를 내는 사람들을 만났다보니 내년에는 저도 보다 더 열심히 살아야겠다는 다짐을 했습니다.

정부윤 (박사과정 9학기)

석사 졸업을 앞두며

교정의 사계절이 익숙해지려하니 벌써 졸업을 앞두고 있습니다. 시원섭섭하다라는 말이 어떤 의미인지 다시 한번 느끼는 요즘입니다.

지난 2년간을 회상하며, 저의 글로 채워질 이 한페이지를 어떻게 구성할까 생각이 많았습니다. 고민 끝에, 정말 매우 짧은 기간이었지만 연구에 대한 제 개인적인 소회를 밝히고자합니다.

연구를 하면서 힘들었던 점은 실험 결과가 제 생각이 맞다 틀리다가 아닌 애매함을 남기는 순간이었습니다. 무엇이 들어있을지 모르는 이 애매 ' 함 ' 이라는 상자에만 몰두할 수도, 그렇다고 버릴 수도 없기에 짊어지고가는 상자는 늘어만가고 그것이 심적으로 부담을 주었던 것 같습니다.

이와 관련하여, 실험을 하면서 이것만은 해결하고 졸업해야지라고 생각했던 것이 있습니다. 그 결심이 올 여름이었습니다. 얼추 증명해야 하는 범위가 그려졌고 졸업 전까지 시간이 충분하다고 생각이 들어 관련된 실험을 계속 했습니다. 하지만 생각했던 것 만큼 실험적 진전이 많지 않았고 여러 전문가분들에게 자문을 구하고 외부 기관에도 분석을 위해 여러 번 출장을 다니다보니 벌써 12월이 되었습니다. 한발자국만 더 나아가면 될 것 같은데 실험결과들이 저한테 '너의 가설은 틀렸다 혹은 맞았다'가 아닌 애매한 결론만을 제시하는 느낌이라 과감히 버리지도 못하고 계속 그것에 얽매여 있었습니다. 결국 석사학위논문심사에도 해당 부분을 버리지 못하고 물음표와 추가 연구 필요라고 남기며 마무리를 했습니다.

이 글을 쓰고있는 지금, 물음표였던 영역이 해결될 수 있겠다는 기대감을 가지고 출장을 가고 있습니다. 참으로 아이러니한 것이, 애매함이라는 상자 안에 명쾌한 해답이, 또다른 애매함이라는 상자가, 아니면 연구 목적과는 동 떨어진 물건이 있을지도 모르는데 상자를 열 수 있겠다는 이 생각이 저를 움직이게 하는 원동력인 것 같습니다.

제가 느낀 것들을 곱씹고 글로 옮기다보니 한편으로는 연구 목표 및 설계를 더 명확하고 체계적으로 구성했어야하는 생각이 들기도 합니다. 그런 의미에서 연구 및 실험을 하는 과정에서 이런 애매한 순간을 마주하셨을 연구실 선후배님들께서는 어떻게 해결하셨는지 궁금합니다.

끝으로, SQL에서의 2년간의 경험은 저에게 앞으로의 삶을 살아가는 데에 큰 혜안을 주었습니다. 감사합니다.

윤성희 (석사과정 4학기)

2022 SQL 인턴십을 하며

2022년 2월, 인턴십 문의를 위해 교수님께 처음으로 메일을 보냈던 순간이 생생하게 기억이 납니다. 어찌 보면 졸업 후 진로와 앞으로의 인생 계획이 결정되는 일이었기 때문에 긴장이 되기도 했고 기대가 되기도 했습니다. 컨택 매일은 생에 처음이라, 결과와 상관없이 개인적으로 좋은 도전이기도 했습니다. 그러한 상황에 긍정적인 답변까지 받게 되어서, 처음 교수님을 뵈었던 미팅을 하러 가던 길도, 첫 출근을 하러 가던 길도 감사한 마음이 가득했던 것으로 기억하고 있습니다.

초반에는 실험실 생활에 익숙하지 않았기 때문에 실험실에서 많은 시간을 보냈던 것 같습니다. 손으로 만지는 것 하나하나가 조심스러웠는데, 그래도 이제는 정리도 해보며 실험실의 루틴도 파악하고, 실험 보조를 하며 많은 것들을 배우고 다룰 수 있게 된 것 같습니다.

최근에는 연구실의 '토양 및 지하수 오염부지 인체위해성평가 매뉴얼' 수정 작업을 하고 있습니다. 사실 수정을 한다는 것에 큰 목적이 있기보다는, 스스로 공부를 해본다는 것에 많은 의미가 있는 작업인 것 같습니다. 이 작업 속에는 논리적으로 의견을 제시하는 습관과 타인을 쉽게 이해시킬 수 있는 정리 능력 또한 필요했는데, 이 방법을 배우는 것만으로도 연구 생활에 큰 도움이 될 것 같습니다.

또한 가장 의미 있었다고도 말할 수 있는 시간으로는 랩미팅 시간과 주례 세미나 시간입니다. 물론 이해하지 못하는 부분이 정말 많았지만, 의사소통 속에 주고받는 한 마디 한 마디 자체가 배움의 장이라는 것은 확신할 수 있었습니다. 언제나 많은 평가가 존재할 수 밖에 없는 환경인 것 같은데, 그것을 보며 부족한 나의 모습을 직면할 수 있는 단단한 마음이 필요할 것 같다는 생각도 하게 되었습니다. 아직 저는 누군가에게 의견을 논리적으로 전달하는 것에 미숙하고 학문적인 지식도 많이 부족하지만, 이러한 일련의 과정을 겪으며 성장해 가는 곳이 대학원이라면 예전과 마찬가지로 포기하지 않고 미래의 제 모습을 꿈꾸며 지내 볼 수 있을 것 같습니다.

2022년은 처음 SQL과 함께하게 된 한해로 기억할 것 같습니다. 재학생&졸업생 모임에 함께 했을 때, 그리고 달마다 주고 받는 소식을 보게 되었을 때 정말 좋은 연구실이라는 생각을 다시 한 번 하게 되었습니다. 배울 수 있는 기회를 주신 교수님, 좋은 연구실을 만들어 주신 졸업하신 선배님들, 항상 많은 도움을 주시는 연구실 구성원분들께 감사 인사를 드립니다. 두서없는 긴 글을 읽어 주셔서 감사합니다. 새해 복 많이 받으세요. 감사합니다.

김채영 (인턴)

월간 SQL, 2022

1월

SQL 가족들께,

2022년 새해가 밝았습니다.
아직 음력으로는 아니지만, 올 해는 임인년 검은 호랑이의 해라고 합니다.
그림에 별 조예는 없지만, 최근에 본 것 중 간결하면서도 가장 멋진 호랑이 그림입니다 ㅎㅎㅎ
이런 힘찬, 뭔가 포텐셜이 보이는 호랑이와 같은 한 해를 만들어 나가기를 바라겠습니다.

1월에는 두 명의 식구가 생일을 맞이 합니다.

15일은 안준모 박사의 생일입니다.
유학 마치고 바로 좋은 직장을 찾아 울산에서 행복하게 지내고 있으리라 생각됩니다.
좀 심심한 것은, 준모의 활동력과 기타 실력으로 커버가 되지 않을까...

26일은 이병선 박사 생일입니다.
박사과정 입학 후 취업이 되어서 파트타임으로 바꿀 때 내심 걱정을 했던 기억이 납니다.
결국은 그런게 괜한 걱정이었음을 증명해준 병선이에게 고맙다는 말을 그때 못했습니다...

요새는 뜬금없는 생각들을 가끔합니다.
예를 들면, SQL 가족께, 가족들께,,,, 어떤게 맞는 표현이지? 뭐 그런것들ㅎㅎㅎ
우리 멤버만 생각하면 '가족께', 각자의 가족까지를 생각하면 '가족들께'가 맞는 표현일테니 결국은 둘 다 맞지 않나 싶습니다.

또, 유학시절 지도교수님께서 커피 마시면서 들려주신 얘기도 생각납니다.
fish라는 단어는 항상 단수형으로만 사용한다고 보통 알고 있는데, 미국 사람들도 대부분 그런 것 같습니다 ㅎㅎㅎ
그 분께서 어떤 글에서 fishes라는 표현을 썼는데 fish로 수정해 달라고 연락이 왔다고 합니다.
그래서 이렇게 답을 보냈답니다. "When you refer to multiple species of fish, 'fishes' is correct..."
그런데 이때 'fishes' 다음에는 is 또는 are,,, 어떤게 맞는건가요? 헷갈리면 a word 'fishes' is 라고 쓰면 되지 않을까요?
갑자기 까맣게 잊어버리고 있던 영어문법 시간이 되어 버렸습니다 ㅎㅎㅎ
실은 가끔 혼자서 떠올리면서 생각의 유연함을 가지려고 노력하는 기억입니다.

우리가 하고 있는 대부분의 일도 하나의 정답만 있는게 아니지 싶습니다.
상황에 따라서 여러 개의 답이 있을 수 있다는 유연함과 그런 여러 개의 답을 생각할 수 있는 창의력이 결국은 경쟁력이라는 생각을 하게 됩니다.

모두들 건강한 새해 맞이하고, 더 큰 발전하는 한 해가 되기를 바라겠습니다.

감사합니다.

남경필.

2월

SQL 가족들께,

새해 아침입니다.
모두들 검은 호랑이의 기운을 받아 건강하게, 더 큰 발전이 있는 2022년을 맞이하기 바랍니다.

작년 3월 처음 이메일 보내기를 시작했던 메일을 다시 찾아 보니 새롭습니다.
어떻게 이런 생각을 했었는지, 그날 잠시 뭔가에 씌었었는지ㅎㅎㅎ

2월은 6명의 우리 가족들 생일이 있습니다.

3일은 현재 석박 통합과정에 있는 제주도의 아들 찬규 생일입니다.
올해 annual report를 만든 장본인입니다ㅎㅎㅎ
점차 연구실의 기둥으로 자리를 잡아가고 있다고 믿습니다^^

8일은 현재 KIST에서 박사후과정으로 있는 상현이 생일입니다.
연구를 활발히 하는 우수한 연구실이니 많은 업적을 낼 것으로 기대합니다.
이번에 같이 지하수 정화과제를 시작했으니, 앞으로 더 성장한 모습으로 만나지 않을까 싶습니다.

11일은 UC Davis에서 1년 머물고 있는 규연이 생일입니다.
아직 학위과정 중이니 한적한(?) 서부 마을에서도 마음은 급하지 않을까 싶긴한데,,,
 그래도 자주 오지 않는 좋은 기회이니 잘 활용하고 돌아오기 바랍니다.

16일은 석재 생일입니다.
모르는 사람들이 더 많지 싶은데, 대학원 다니다 치의학대학원으로 진학했습니다.
현재 군복무 중이라고 하는데,,, 건강하게 잘 마치고 돌아오기 바랍니다.

21일은 주영이가 생일을 맞이합니다.
그동안 최종 결정이 나지 않아 소식을 전하지 못했는데,,, 얼마전에 학교 인사위원회를 통과했으니 이제는 알려야 하지 싶습니다.
올 2학기부터 우리 학부 환경공학전공 부교수로 부임을 할 예정입니다.
환경처리기술에 대해서는 4명의 전공 교수가 이미 있어서, 한무영 교수님 떠나신 자리는 환경, 에너지를 조금 다른 측면에서 연구하는 전공자를 뽑았습니다.
학생들이 환경공학의 기술적인 지식을 넘어서, 더 넓은 시각을 가지게 되기를 바라는 마음입니다.

23일은 안타깝게 세상을 일찍 떠난 신도연 박사가 태어난 날입니다.
검은색 옷과 가방을 어깨에 메고 학교로 찾아온 도연이를 처음 만난 날을 선명하게 기억하고 있습니다.
당시 35동에 실험실 공간이 부족해서, 정문 근처 환경안전연구원에서 밤새 실험하면서도 항상 즐겁게 웃던 기억도 납니다.
희선, 혜림이와 같이 초창기 연구실의 기틀을 다진, 항상 말을 해도 지치지 않았던, 유쾌했던 도연이었습니다.
이제는 우리 달력에 도연이 생일은 지우고, 대신 기일을 표시할 생각입니다.

2월에 생일을 맞이 하지는 않았지만, 첫번째 대학원생인 승룡이 소식을 전하지 않을 수 없습니다.
좋은 연구를 해서 ASM News Press에 연구결과가 실렸고, 영국에서 발간되는 New Scientist Magazine에 소개가 되기도 했습니다.
올 봄에 미국으로 이민을 간다고 합니다. 쉽지 않은 결정이었을 것입니다...
건강하고 행복한 미국 생활이 되기를 바랍니다.

솔직히, 그동안 매달 한번도 귀찮거나 힘들지 않았습니다.
논문 쓰기는 싫을 때가 더 많은데, 신기하게도 메일 보내는 날이 기다려지기도 했습니다.
내가 이렇게 규칙적이거나 꾸준한 사람이 아닌데... 아마도 우리들 사이의 약속을 지켜야 랩 미팅 때 제대로 말을 할 수 있다는 생각이 더 컸던 것 같습니다...

그렇게 1년이 지났습니다.
나의 글솜씨에 대한 의문과 함께, 월간 SQL을 계속 할지 말지를 고민하고 있습니다.
어릴적 새해 아침 신문에는 '동쪽에서 귀인이 나타나 고민을 해결해준다는...' 그런 뻔한 스토리의 신년운세라는게 있었던 것 같습니다.
지금은 부산에 있으니, 그럼 바다에서 귀인이 와야 할 듯 합니다. 서울에 있었으면 모두 동쪽일텐데ㅎㅎㅎ

코로나는 이제 누가 언제 확진이 되어도 이상하지 않은 상황이 되어버렸습니다.
앞으로 두어달은 계속 신기록을 경신하는 확진자 숫자를 접하지 싶습니다.
항상 조심하고 건강하기 바랍니다.

우리 가족들이 있어 지난 20년 보람있는 학교생활을 보냈습니다.
그동안 같이 노력해줘서 고맙고, 교수로서 행복했습니다.
우리 가족 모두에게 더 큰 발전이 있는 2022년이 되기를 기원합니다.

감사합니다.

남경필.

3월

교수님, 그리고 토양방 가족 여러분,
안녕하세요? 졸업생 류혜림입니다.

작년 3월부터 꼬박꼬박 주고 받은 연구실 월간편지가 쓰는 분에게나 받는 분에게나 아주 반가우면서도 살짝 부담스럽기도 했을 것 같다는 생각을 조심스레 해 보았습니다. 그래서, 멀리서 정성스럽게 소식을 전해주신 모든 분들과 특히나 매달 생일자 챙겨서 이름도 불러주시고 안부도 물으며 마음 써 주신 남교수님께 새삼스러운 감사 인사를 드리고 싶습니다. 그리고 감사한 김에 이번 달 월간편지는 제가 한 번 시작해볼까 합니다. 혹시라도 수신자 목록에 놓친 사람이 있으면 누구든 꼭 알려주시면 감사하겠습니다. 헤헷

이달에는 음… 우선 3.1절이 있었죠, 다음주에는 대통령 선거가 있네요. 그리고 USC에서 열심히 박사학위 준비 중인 임진우 군의 생일이 13일입니다. 축하합니다!! (๑˃̵ᴗ˂̵)♪⁺

저는 지난 11월부터 서울둘레길을 차례로 걷고 있는 중인데, 등산로가 대부분이지만 그렇게 험하지 않아서 운동 삼아 다닐 만 하고, 전체 8코스 157km를 다 돌고 도장을 모두 찍으면 완주인증서도 발급해준다고 합니다. 코로나가 여전히 기승이기도 하고, 어쨌든 서너 시간 산길을 다녀야 하는 일이라서 보통은 혼자서 가고 있습니다. 혼자서 산길을 묵묵히 걷다 보면 번잡한 도시와 일상에서 잠깐 벗어날 수도 있고 잡다한 생각들을 정리하고 머리 속을 환기하는 기회도 되는 것 같습니다. 늦가을에 시작하는 바람에 계속 앙상하고 황량한 풍광들만 마주하고 있는데, 계절별로 달라질 경치를 상상해보면 해마다 다른 계절에 다시 돌아보는 것도 괜찮을 것 같다는 생각이 듭니다.

그런데 혼자 그렇게 몇 시간을 걸으면서 마주치는 것 중 가장 반가운 게 뭔지 아세요? 등산길의 활기찬 사람들이나 평소에 보기 힘든 다람쥐며 산새들, 멀리 높은 곳에서 내려다보는 도시의 불빛들, 청명한 하늘이나 아름다운 노을 같은 게 아니더라고요. 정말로 가장 반가웠던 건 바로 귀여운 솟대 그림과 함께 '서울둘레길'이라고 쓰여 있는 리본이었습니다. 등산객도 적고 낯선 산길을 구불구불 따라 걷다가 '내가 제대로 가고 있는 건가' 의심이 들 때마다 멀리 조그맣게 나풀대며 등장하는 이 주황색 리본은 진심으로 무척 반갑습니다. 구청이나 시청 공무원 중 막내쯤 되는 누군가가 열심히 발품을 팔아 직접 다니면서 나뭇가지에 리본을 묶어두었을 생각을 하면 좀 짠하기도 하지만, '틀리지 않고 잘 걸어가고 있다'고 토닥여주는 기분이 들고 안심하게 되거든요. ㅎㅎㅎ

3월입니다. 새로운 계절, 새로운 학기가 시작되는 달이죠. 또 누군가는 새로운 다짐, 새로운 경험을 준비하고 있을 것도 같습니다. 처음 가보는 길 위에서, 처음 열어보는 문 앞에서, 처음 만나는 세상 속에서 여러분들도 '잘 하고 있으니까 걱정 마'라며 위안의 손을 흔드는 작은 리본 하나쯤 만나실 수 있길 바랍니다.

감사합니다.

류혜림 드림

4월

교수님, 토양방 가족분들 안녕하세요,
저는 USC에서 현재 박사학위를 진행하고 있는 임진우 입니다.

생일을 축하해주셔서 정말 감사드려요! 저는 덕분에 3월 내내 잘 지냈습니다. 매년 생일은 좋아하는 친구들과 시간을 보내는데, 유학생 특성상 5년차가 되고나니 다들 떠나가서 이제는 몇 안남았네요. 가깝던 사람들이 잊혀지는거 같아서 안타까워하고 있을 때, 토양방 메일은 반가운 얼굴들을 다시금 환기시켜 주네요. 매번 메일을 통해 교수님과 토양방 가족분들을 멀지 않게 느낍니다. 넋두리는 짤게 마치고, 류혜림 선배에게 이어받아서 4월 생일은 제가 축하드리고자 합니다. 4월에는 졸업생 기현이와 병철이의 생일이 있습니다. 제가 석사 졸업생임에도 학교에 늦게까지 남아있던 터라 이 친구들과의 즐거운 기억들이 많이 있네요.

기현아 생일 축하해! 뭔가 다른듯 하면서도 여전히 환경공학에 걸쳐있는 공부를 하는거 같아서 개인적으로는 좋다. 우리 같이 연구실에 있을때 처럼, 무슨 날이든 일단 연구실에 나오고 보는 우직함은 여전하구나. 그게 바탕이되어서 결국은 좋은 결과에 도달할거라 믿어. 그래도 생일날에는 혜화에서 맛있는것도 먹고 좋은 공연도보고 하면 좋겠다 :)

병철이도 생일 축하해! 미생물 실험으로 박사학위를 딴다는게 얼마나 품이 드는지 잘 알고 있어서, 너무 대단하고 축하한다는 말을 전하고 싶었어. 우리가 연구실에서 겹치는 시간이 길었다면 뭔가 같이 해볼수 있을것만 같은 기분이 였는데, 결국 같이 밥먹고 술마시다 보니 시간이 다 갔더라구. 그래도 그 시간들 만으로 충분히 즐거웠어! 앞으로의 연구도 기대하고 응원할게 :)

저의 이야기를 조금 더 하면, 저는 요즘 부쩍 캠퍼스 산책을 자주 합니다. 캠퍼스를 계속 걸으면서 머리를 식히다 보면, 예쁜 건물이나 큰 나무같은 캠퍼스의 여러 요소들이 제 마음을 채워주는 것 같습니다. 저도 사진을 첨부해 보았습니다. 이과를 나와서 그런지 구체나 원뿔이 나무랑 같이 있는 모습에 자꾸 마음이 끌리네요. 산책할때 한가지 아쉽다면 LA 공기가 좀 덥다는 건데, 곧 공기가 좀 더 선선한 곳으로 옮기게 되었습니다. 7월부터는 Lawrence Berkeley National Laboratory 박사후연구원으로 센프란에서 지내게 되었습니다. 교수님, 토양방 가족여러분들 여행과 학회로 센프란에 오시면 제가 공항에서 피켓들고 있겠습니다 :)

한국에 있을때, 4월에는 봄이 완연했던 걸로 기억합니다. 이제 추위도 코비드도 물러나고, 토양방 가족 여러분들 따뜻한 봄 지내셨으면 좋겠습니다.

감사합니다.

임진우 드림

5월

안녕하세요, 양경입니다.

5월에 편지 보내야지 마음먹었다가 까먹고, 중순이 다 되어 잠깐 시간내어 편지를 보내봅니다.

저는 여전히 쌍둥이 육아에 치여 살고 있습니다.
3월부터 어린이집에 다녀서 창숙이나 저나 한결 나아졌지만 이제는 고집도 생기고 서로 다투는 일도 많아져 힘들기도 합니다.
요즘은 어린이집 하원할 때 애들이 집에 안들어가고 자꾸 밖에서 돌아다니자고 합니다.
자연스럽게 그동안 무심코 지나쳤던 꽃, 나무들을 애들과 함께 유심히 살펴보면서 색색의 꽃이 지고 초록색 잎이 많아지는 계절의 변화를 새삼스레 느끼게 됩니다.

코로나도 점차 물러나고 있고, 거리두기도 없어졌고, 미세먼지도 없는 시기에
시간 내어 나들이 가거나 잠깐 산책이라도 하면서 더워지기 전 좋은 계절을 만끽하셨으면 좋겠습니다.

양 경 드림

6월

안녕하세요, SQL 가족 여려분.
2020년 2월에 박사 학위를 받은 김상현입니다.
모두 잘 지내고 계신지요.

저는 2년 동안의 KIST 물자원순환연구단에서의 박사후연구원 생활을 마치고, 내일부로 같은 연구단의 선임연구원으로서 일하게 되었습니다.
이직(?) 소식을 전해드리고자 이렇게 오랜만엔 메일을 드립니다.
면접 과정에서 너무 많은 도움 주신, 그리고 합격 소식에 같이 기뻐해주시고 축하해주신 교수님과 여러 선후배님들께 정말 감사드립니다.

이승학 박사님, 정재식 박사님과 수행하고 있는 여러 연구과제들과 더불어,
앞으로는 "기후변화에 대비한 물관리", "위해성평가를 활용한 유역 단위의 물관리" 등과 관련된 연구들을 하게 될 것 같습니다.
앞으로 저만의 연구 분야를 구축해 나간다는 것이 부담스럽기도 하고, 또 설레기도 한 것 같습니다.
지금까지처럼 즐거운 마음, 겸손한 마음으로 배우면서, 환경분야에 필요한 연구들 하나하나 잘 해나갈 수 있도록 노력하겠습니다.
여러모로 잘 부탁드리겠습니다.

이제 밖에서는 마스크도 벗고 다니고, 지난번처럼 졸업생 모임도 가지고 하니, 코로나 상황이 정말 많이 풀렸다는 것이 실감이 납니다.
조만간 또 다같이 뵐 수 있는 자리를 만들 수 있으면 좋겠네요 ㅎㅎ
모두 항상 건강 유의하시고, 잘 지내시기 바라겠습니다.
감사합니다.

김상현 드림.

7월

안녕하세요? 정슬기입니다.

서울은 어제까지 하늘이 뚫린 것처럼 폭우가 쏟아지더니 오늘은 폭염이네요.
교수님 이하 선배님들께 죄송한 말씀이지만 나이가 들수록 여름을 나기가 점점 힘드네요 ㅎㅎ

지난 5월에 오랜만에 졸업생 모임을 했는데, 다들 너무 즐거웠다는 후기가 많았습니다.
SQL 연말 모임은 더 많은 성원 부탁드리며ㅎㅎ 많은 분들이 참석하실 수 있게 회장단에서 미리미리 연락드리고 준비하겠습니다.

저는 하루가 어떻게 지나는지도 모르게 정신없이 보내고 있습니다.
주말부부 워킹맘인지라 낮에는 일에 허덕이고, 퇴근해서는 육아에 허덕이고.
그래도 아이를 재우고 매일 책상에 앉아 내일 해야 하는 일들을 다이어리에 적으며 마음을 다 잡습니다.
동갑내기 아이를 키우고 있는 양경과 재웅오빠 힘내세요 ㅎㅎ
제 아이가 3월에 두돌이 지났어요. 예전보다는 조금 여유가 있어져서 이제는 1박2일 학회나 출장도 다녀보려고 하고 있습니다.

화제를 조금 바꾸어,
어제 김상현 박사가 좋은 소식을 알려왔습니다. 대학원 신입생부터 졸업할 때까지 꾸준히 옆에서 봐온 친구라 너무 대견하고 ㅎㅎ 잘 할 거라고 믿습니다.

달력을 보니 7월에 생일인 분들이 꽤 있습니다.
먼저 우리 교수님!!! 생신 축하드려요^^
학교나 학회에서 가끔 뵙기 하지만, 호섭이나 성희를 통해 교수님 근황을 종종 전해 듣습니다. 학부장, 학회장 여러 일들로 많이 바쁘시다고 하시던데 날씨도 더운데 건강 조심하세요.

5일에 박수진 생일이라고 하네요. 삼성 SDI에 재직 중인 것으로 알고 있습니다.
저를 포함하여 수진이를 잘 모르는 분들이 많을 텐데 연말 모임에 꼭 나와서 보면 좋겠네요.

15일은 저와 승배오빠의 생일입니다.
승배오빠, 생일 축하해요. 그리고 근황 좀 알려줘요ㅎㅎ 저 8월에 매주 KIRD에 교육 들으러 갑니다. 대전? 오창? 어디에 계신가요 ^^
제가 연구,,라는 일을 더욱 그럴까요. 평소에 일을 하면서 SQL 가족들의 도움을 많이 받습니다.
굉장히 의지가 되고 항상 고맙습니다. 제 마음이 평소에 전달되고 있는지 모르겠어요.
저도 여러분들께 도움이 될 수 있도록,, 잘 하고 있겠습니다. 언제든지 연락주세요.

더운 여름 모두 슬기롭게 보내세요 ^^

정슬기 드림

9월

안녕하세요, SQL 가족 여러분! 정보영 입니다.

모두 건강하게 행복하게 지내고 계신지요.
이번에 한국에 상륙하는 태풍 '힌남노'는 '매미'보다도 강하다고 하던데,
모두 조심히 별탈없이 오늘 내일을 지나 보내시기를 바랍니다.

태풍 소식을 삼아, 또 추석 명절도 다가 오고 있고 하니,
안부도 묻고 인사도 드려야겠다는 핑계에 얹어서 오랜만에 간단히 제 소식을 메일에 적어봅니다.

저는 짧고도 길었던 조지아텍에서의 박사학위 과정을 건강하게 마치고,
가을학기부터 시카고에 위치한 Illinois Institute of Technology 에서 Lecturer로 일하게 되었습니다.
이제 막 개강 삼주 차에 접어들어서, 아직은 매일 긴장하며 새로운 환경과 역할에 적응 중 입니다.
순식간에 지나가 버리는 시간들 속에서 내가 이렇게 에너지가 작은 사람이었나 자문하기도 하지만,
그래도 언제나처럼 하루하루를 즐겁게 보내고 있습니다.

한국은 이번 주말은 추석이네요!
한국의 명절들은 따로 신경쓰지 않으면 놓치고 지나가기 십상인데, SQL 달력 덕분에 매년 잘 챙기고 인사할 수 있어서,
매년 달력을 만들고 멀리 미국까지 보내주는 토양방 재학생 친구들과 교수님께 너무나 감사한 마음입니다.
한국의 휴일과 명절이 표기되어있는 달력은 이곳에서는 직구를 해야만 구할수 있는 레어템 입니다 ㅎㅎㅎ

추석 명절 뿐만 아니라 9월에는 안진성 선배님과 윤정인님, 박주용님의 생일이 있네요.
모두 즐거운 생일'달' 보내시기를 바라겠습니다.

태풍이 조용히 지나가서 SQL 가족분들 모두 추석 명절 만큼은 근심걱정 없이 따뜻하게 보내실 수 있기를 기도하겠습니다.
저도 올해는 추석 기분을 낼겸, 명절요리라도 해먹어야겠습니다. 그럼 즐겁고 따뜻한 추석 명절 보내세요!

2022년 9월,
정보영 드림

10월

안녕하세요? 정재웅입니다.

지난 달까지는 무더위가 걱정되었는데, 어느덧 추위가 밀려오고 있네요.
다들 환절기 감기 조심하세요~
저도 어제까지 콧물과 기침이 너무 심해서 고생 좀 하다가 이제 좀 나아지고 있습니다.

10월은 SQL 식구들 생일이 많네요 ㅎㅎ
저를 포함해서 한준경 박사, 부윤이, 조은혜 박사, 성희, 류혜림 박사님, 인형이 모두 7명이네요~
서로 축하해주면 좋겠습니다 ㅋㅋ

저는 작년까지는 무기체계 사업 관련 부서에 있다가 올해부터 국방시설 사업 관련 부서로 이동하였습니다.
둘 다 제 전공과는 크게 관련이 없지만, 그래도 지금 있는 부서에서는 규정상으로는 환경관련 연구를 하는 것으로 되어 있어서 그나마 다행입니다.
국방부 환경분야에서는 반환미군기지 토양오염문제가 가장 크고 중요한 이슈이다 보니 언젠가는 제가 관련 일을 수행할 수도 있을 것 같습니다.

다른 분들 어떻게 살고 있는지 많이 궁금한데, 저번 모임에는 많은 분이 참석하지 못해 아쉬웠습니다.
이번 연말모임은 많이 풍성한 모임이 되었으면 좋겠네요.
그러면 다들 건강하게 잘 지내시고 다음 모임에 뵙겠습니다.

정재웅 드림

12월

모두들 안녕하세요. 미국으로 이민간 이승룡입니다.

정말로 오랜만에 인사드리네요. 저번달까지 교수님께서 친히 써주신 생일자들 이메일을 본듯 한데 제가 못 받은건지 아니면 더이상 이메일 쓰시는 걸 그만하시는 것인지 잘 모르겠네요(정말로 너무 반가웠는데...)

이민오니까 예전에는 반갑게만 느껴졌던 지인분들의 이메일이 요즘은 한국에서 이메일오면 고맙게까지 느껴지네요.

5월에 이민와서 벌써 12월입니다. 여기서 여름/가을 그리고 겨울을 맞이하고 있습니다. 한국과 좀 다르다고 하면 여기 캘리포니아 얼바인의 겨울은 한국의 늦가을 정도의 날씨이고 한낮에는 가끔 반팔입고 있어서 햇빛만 있으면 일상생활하는데 문제없는 정도의 날씨입니다. 왜 얼바인이 날씨가 좋은지 요즘와서야 조금 깨닫게 되는 것 같습니다.

여기와서 제일 변화된 삶이 가족중심의 삶이더군요. 아이들도 부모와 밀착해서 같이 식사하고 같이 차량타고 움직이고 같이 산책하고 같이 TV보고..같이 같이....
한국에서는 볼수없고 느낄수 없었던 가정중심의 삶과 아이들과의 교류...아이들과 저와의 관계 등...여러가지가 너무 좋아지더라고요. 한국에서는 주중/주말이 학교다녀와서 학원갔다 돌아오면 자기방에 들어가 학원/학교 숙제하기 바쁘고 눈뜨면 씻고 학교가기 바빴던 아이들의 삶이 어떤 것 때문에 이렇게 바뀌었는지...사춘기의 아이들이 아빠를 찾게되는 놀라운 현실에 감사할 따름입니다.ㅋㅋㅋ

여기서 제 일차 역할은 와이프 및 아이들의 라이드입니다. 별것 아닌듯 보이죠? 저역시 쉽게 생각하고 한국을 떠났는데...
몇일 전에는 평소보다 라이드 횟수가 많아서 한번 집에와서 계산해봤더니 160mi(256km)을 운행했더라고요. 얼바인안에서...저희는 애들 학원 안보내는데 학원까지 보내게 된다면 답은 있지만...너무 힘들겠죠?

이쪽동네는 햇빛이 너무 센 편입니다. 그러다 보니 햇빛알러지, 너무 건조하다보니 코관련 알러지로 재채기/간지러움/열감을 여기와서 처음으로 느껴봤습니다. 다행히 처방전 필요없이 약국에서 살수있는 약들이 많은 관계로 좋은 보험은 있으나 병원은 가지 않았습니다. 처방받으려고 병원가려면 차타고 가야하는것이 아직은 익숙칠 않네요.ㅎㅎ

몇가지 정부의 행정/인터넷속도/전화끊김현상/병원비 등 미국이 안좋은 점이 있지만, 좋은 점만 많이 보고 살면 정말 좋은 세상인것은 맞는듯 합니다.
제일 큰 것이 아이들 생활이 너무 공부에만 매여있지않고 다른 운동활동이나 오케스트라 등도 같이 병행할 수 있어서 너무 좋은느낌을 받았고 아이들도 너무 만족하고 있어서 행복합니다.

너무 두서없이 쓰다보니 뒤죽박죽이네요. 드릴 말씀이 많아서 그러니 너그러이 봐주시길^^

금년은 정착하고 아이들 라이드 픽업 및 살림하느라 정신이 없어서 성인 ESL강좌하나 듣는것으로 만족할 수 밖에 없었는데요. 아직 영어가 서투르지만 내년부터는 저도 일을 좀 알아보려고 합니다.

여기서 느낀 하나...일희일비하지 않는 것입니다. 기다림의 미학을 아는 것입니다.
어려움을 겪는다면 그것으로 성숙하고 좋은일을 겪는다면 기쁨을 누리게 될 것으로 봅니다. 무엇하나 버릴수 없는 이 하루를 항상 감사하는 마음으로 사는 것으로...

교수님 그리고 후배님들 항상 건강하시고 행복하시기 바랍니다.

그리고 제 메일을 일부 정리하게 되어 astrana1975@gmail.com 으로 보내주시면 감사하겠습니다.

얼바인 근방 오시게 되면 연락 주세요^^

이승룡 올림

연구 발자취 (2003 ~)

이승룡, 2003년 9월 ~ 2005년 2월 (석사)

암모니아와 황화수소 제어를 위한 액상포말-미생물담체의 개발

류혜림, 2004년 3월 ~ 2010년 8월 (석·박사 통합)

Development of realistic risk assessment framework for organic contaminants incorporating desorption-limited bioavailability and dilution attenuation factors

박주영, 2004년 3월 ~ 2006년 2월 (석사)

지하 환경의 호기적 생분해능 향상을 위한 다기능성 Colloidal Gas Aphron의 개발에 관한 연구

정재웅, 2004년 9월 ~ 2006년 8월 (석사)

지하 환경의 호기적 생분해능 향상을 위한 다기능성 Colloidal Gas Aphron의 개발에 관한 연구

신도연, 2004년 9월 ~ 2010년 8월 (석·박사 통합)

Microbial visualization system to identify the relative location and toxicity of phenanthrene sorbed in soil

이병선, 2005년 3월 ~ 2013년 2월 (박사)

Development of the slowly released molasses barrier system for controlling nitrate plume in groundwater

한준경, 2005년 3월 ~ 2007년 2월 (석사)

LNAPL에 의한 Benz[a]anthracene의 상변화가 Benz[a]anthracene의 위해도에 미치는 영향

공학석사학위논문

암모니아와 황화수소 제어를 위한
액상포말-미생물담체의 개발

Development of aqueous foam-microbial media to control ammonia and hydrogen sulfide

2005년 8월

서울대학교 대학원
지구환경시스템공학부
이 승 룡

공학박사학위논문

Development of Realistic Risk Assessment Framework for Organic Contaminants Incorporating Desorption-limited Bioavailability and Dilution Attenuation Factors

유기오염물질의 위해성평가에 오염현장의 특이성을
반영하기 위한 생물학적이용성과 희석저감계수
결정기법 연구

2010년 8월

서울대학교 대학원
건설환경공학부
류 혜 림

공학석사학위논문

지하 환경의 호기적 생분해능 향상을 위한
다기능성 Colloidal Gas Aphron의 개발에 관한 연구

A Study on the Development of Multifunctional Colloidal Gas Aphrons for the Enhancement of Aerobic Biodegradation in the Subsurface

2006년 2월

서울대학교 대학원
지구환경시스템공학부
박 주 영

공학석사학위논문

Birnessite를 이용한 산화-공유결합을
통한 방향족 탄화수소의
원위치 안정화 기술에 관한 연구

On Site Stabilization of Aromatic Hydrocarbons via Oxidative-Coupling in the Presence of Birnessite

2006년 8월

서울대학교 대학원
지구환경시스템공학부
정 재 웅

공학박사 학위논문

Microbial Visualization System to Identify the Relative Location and Toxicity of Phenanthrene Sorbed in Soil

토양 내 페난트렌 흡착에 따른 위치 및 독성 변화에 대한
미생물을 이용한 시각화 및 정량화 기술에 대한 연구

2010 년 8 월

서울대학교 대학원
건설환경공학부
신 도 연

공학박사 학위논문

Development of the slowly released molasses barrier system for controlling nitrate plume in groundwater

고체당밀로 구성된 관정형 반응벽체와
종속영양탈질을 이용한 지하수 내
질산염 제거에 관한 연구

2013년 2월

서울대학교 대학원
건설환경공학부
이 병 선

공학석사학위논문

LNAPL에 의한 Benz[a]anthracene의 상변화가
Benz[a]anthracene의 위해도에 미치는 영향

The influence on risk analysis of Benz[a]anthracene by phase transforming interaction with LNAPL

2007년 2월

서울대학교 대학원
지구환경시스템공학부
한 준 경

성동엽, 2005년 3월 ~ 2007년 2월 (석사)

분자생물학적 방법을 이용한 1,4-다이옥산 분해 미생물 연구

이승환, 2006년 3월 ~ 2008년 2월 (석사)

토양 중 미생물과 birnessite를 이용한 방향족 탄화수소의 결합잔류물 형성에 관한 연구

최용주, 2006년 3월 ~ 2008년 2월 (석사)

미세기포 부유액을 이용한 지반 환경의 호기적 생문해능 향상 기술

정재식, 2007년 3월 ~ 2009년 2월 (석사)

슬러그 반응벽체 내 중금속 간 경쟁에 따른 비평형 흡착에 관한 연구

이규연, 2007년 9월 ~ 2010년 2월 (석사)

당밀과 탈질미생물을 이용한 질산성 질소 오염 지하수의 현장정화 설계인자에 관한 연구

이승배, 2008년 3월 ~ 2011년 2월 (석사)

원위치 안정화에 따른 납과 카드뮴 오염퇴적토에서의 흡착강도 및 생물학적 이용성 저감에 관한 연구

안진성, 2009년 3월 ~ 2011년 2월 (석사)

Biotic Ligand Based-Model을 이용한 중금속 오염지역의 Cd/Pb 위해오염도 예측 및 평가기술개발

양경, 2009년 3월 ~ 2015년 8월 (석·박사 통합)

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

공학석사학위논문

분자생물학적 방법을 이용한
1,4-다이옥산 분해 미생물 연구

Molecular characterization
of 1,4-dioxane degrading bacteria

2007년 2월

서울대학교 대학원
지구환경시스템공학부
성 동 엽

공학석사학위논문

토양 중 미생물과 birnessite를 이용한 방향족
탄화수소의 결합잔류물 형성에 관한 연구

Bound Residue Formation of Phenanthrene
Using Birnessite and *Sphingobium yanoikuyae* Strain in Soil

2008년 2월

서울대학교 대학원
건설환경공학부
이 승 환

공학석사학위논문

미세기포 부유액을 이용한 지반 환경의
호기적 생분해능 향상 기술

Use of Microbubble Suspension to Enhance
Aerobic Biodegradation in the Subsurface

2008년 2월

서울대학교 대학원
건설환경공학부
최 용 주

공학석사 학위논문

슬래그 반응벽체 내
중금속 간 경쟁에 따른 비평형
흡착에 관한 연구

Competitive and nonequilibrium sorption of heavy metals in a slag-based reactive barrier

2009년 2월

서울대학교 대학원
건설환경공학부
정 재 식

공학석사학위논문

당밀과 탈질미생물을 이용한 질산성 질소 오염
지하수의 현장정화 설계인자에 관한 연구

A study on the design parameters for *in situ*
bioremediation of nitrate-contaminated groundwater using
denitrifying microorganisms and molasses

2010년 2월

서울대학교 대학원
건설환경공학부
이 규 연

공학석사학위논문

원위치 안정화에 따른
납과 카드뮴 오염퇴적토에서의 흡착강도
및 생물학적 이용성 저감에 관한 연구

Effect of *in-situ* Stabilization
on Sorption Strength and Bioavailability
in Pb and Cd Contaminated Sediments

2011년 2월

서울대학교 대학원
건설환경공학부
이 승 배

공학석사 학위논문

**Biotic Ligand Based-Model을
이용한 중금속 오염지역의 Cd/Pb
위해오염도 예측 및 평가기술개발**

**Development of Biotic Ligand Based-Model to
Predict Toxicity of Cd and Pb in Soil
for Risk Characterization**

2011 년 2 월

서울대학교 대학원
건설환경공학부
안 진 성

공학박사학위논문

**Risk management at 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

2015년 8월

서울대학교 대학원
건설환경공학부
양 경

정슬기, 2009년 9월 ~ 2014년 8월 (석·박사 통합)

Enhancement of phytoremediation for Cd and As through facilitating bioavailabilityby rhizobacterial activity and associated ecotoxicological consideration

정재웅, 2010년 3월 ~ 2014년 2월 (박사)

Risk management of TNT/heavy metals in active firing ranges by mobility control using MKP/bentonite

박인선, 2011년 3월 ~ 2013년 2월 (석사)

*Cupriavidus necator*의 포집된 이산화탄소 전환을 통한 생체적합성 의료용 플라스틱의 생산

임상순, 2011년 9월 ~ 2013년 8월 (석사)

사격장 부지 내 monopotassium phosphate에 의한 TNT 흡착능가가 광분해에 미치는 영향

정보영, 2012년 3월 ~ 2014년 2월 (석사)

호알칼리성 포자형성 미생물의 탄산칼슘형성 작용을 이용한 콘크리트 미세균열에 자가치유 능력 부여 연구

김문경, 2012년 9월 ~ 2014년 8월 (석사)

Ecotoxicological assessment of explosives using soil microbial activity and determination of ecologically permissible soil concentrations

임진우, 2012년 9월 ~ 2014년 8월 (석사)

세척효율과 토양기능을 고려한 (구)장항제련소 비소 오염토양의 토양세척법 개발 및 평가

안준모, 2013년 9월 ~ 2015년 8월 (석사)

볏짚으로부터 추출된 단당류와 Levulinic acid의 주입방식에 따른 *Cupriavidus necator*에 의한 바이오플라스틱 원료물질 생산 연구

공학박사 학위논문

Enhancement of Phytoremediation for Cd and As through Facilitating Bioavailability by Rhizobacterial Activity and Associated Ecotoxicological Consideration

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

2014 년 8 월

서울대학교 대학원
건설환경공학부
정 슬 기

공학박사학위논문

Risk Management of TNT/Heavy Metals in Active Firing Ranges by Mobility Control Using MKP/Bentonite

제일인산칼륨과 벤토나이트의 TNT/중금속 이동제어 작용을 이용한 운영 중 사격장 위해도 관리

2014년 2월

서울대학교 대학원
건설환경공학부
정 재 웅

공학석사 학위논문

***Cupriavidus necator*의 포집된 이산화탄소 전환을 통한 생체적합성 의료용 플라스틱의 생산**

Transformation of Captured CO_2 to Biocompatible Medical Plastics Using *Cupriavidus necator*

2013 년 2 월

서울대학교 대학원
건설환경공학부
박 인 선

공학석사학위논문

사격장 부지 내 monopotassium phosphate에 의한 TNT 흡착증가가 광분해에 미치는 영향

The influence on photodegradation by TNT sorption enhancement with monopotassium phosphate treatment

2013년 8월

서울대학교 대학원
건설환경공학부
임 상 순

공학석사학위논문

호알칼리성 포자형성 미생물의 탄산칼슘형성 작용을 이용한 콘크리트 미세균열에 자가치유 능력 부여 연구

Development of concrete with microcrack self-healing ability based on bacterial calcium carbonate formation

2014년 2월

서울대학교 대학원
건설환경공학부
정 보 영

공학석사학위논문

Ecotoxicological Assessment of Explosives Using Soil Microbial Activity and Determination of Ecologically Permissible Soil Concentrations

토양미생물의 활성을 이용한 화약류의 토양 생태독성 및 생태학적 허용농도 결정에 관한 연구

2014년 8월

서울대학교 대학원
건설환경공학부
김 문 경

공학석사학위논문

세척효율과 토양기능을 고려한 (구)장항제련소 비소 오염토양의 토양세척법 개발 및 평가

Development and evaluation of soil washing for remediation of arsenic-contaminated soil considering washing efficiency and soil function at the former Janghang smelter site

2014년 8월

서울대학교 대학원
건설환경공학부
임 진 우

공학석사학위논문

볏짚으로부터 추출된 단당류와 Levulinic acid의 주입방식에 따른 *Cupriavidus necator*에 의한 바이오플라스틱 원료물질 생산 연구

The study of bioplastic raw material production by *Cupriavidus necator* with feeding method of sugars and levulinic acid from rice straw

2015년 8월

서울대학교 대학원
건설환경공학부
안 준 모

이호섭, 2013년 9월 ~ 2015년 8월 (석사)

성토용 석탄재 내 토양오염우려물질의 장기용출 예측에 관한 연구

안진성, 2014년 3월 ~ 2018년 8월 (박사)

Extension of biotic ligand model to the prediction of site-specific ecological risk of arsenate in Aliivibrio fischeri and Hordeum vulgare

김문경, 2014년 9월 ~ 2019년 8월 (박사)

Biopolymer production using rice straw-derived biogas: Improvement of anaerobic digestion efficiency and utilization of novel biopolymer-producing isolates

정현용, 2014년 3월 ~ 2020년 2월 (석·박사 통합)

Microbially induced calcium carbonate precipitation to prevent soil erosion in heavy metals-contaminated sites as a measure of risk mitigation

김상현, 2014년 3월 ~ 2020년 2월 (석·박사 통합)

Stabilization mechanism of lead and arsenic in mine waste by basic oxygen furnace slag

유기현, 2014년 9월 ~ 2016년 8월 (석사)

TREECS와 토조 실험 장치를 이용한 TNT와 중금속의 유출 특성 및 MKP/Bentonite의 유출 저감 효과 평가

김병철, 2015년 3월 ~ 2021년 2월 (석·박사 통합)

Development of stable n-caproate producing platform by shaping chain elongation microbiome and operating anaerobic membrane bioreactor

정부윤, 2016년 3월 ~ 2018년 2월 (석사)

Determination of site-specific acceptable concentrations of copper using fixed monitoring benchmarks in water: Soil porewater and stream water

공학석사학위논문

Long-Term Leaching Prediction of Constituents in Coal Bottom Ash Used as a Structural Fill Material

성토용 석탄재 내 토양오염우려물질의 장기용출 예측에 관한 연구

2015년 8월

서울대학교 대학원
건설환경공학부
이 호 섭

공학박사학위논문

Extension of biotic ligand model to the prediction of site-specific ecological risk of arsenate in *Aliivibrio fischeri* and *Hordeum vulgare*

Aliivibrio fischeri 및 *Hordeum vulgare* 에 대한 비소의 현장특이적 생태위해성 예측을 위한 biotic ligand model 의 확장

2018 년 8 월

서울대학교 대학원
건설환경공학부
안진성

공학박사학위논문

Biopolymer production using rice straw-derived biogas: Improvement of anaerobic digestion efficiency and utilization of novel biopolymer-producing isolates

볏짚 유래 바이오가스 이용 바이오폴리머 생산: 혐기성소화 효율 향상 및 바이오폴리머 생산 신규 미생물의 활용

2019년 8월

서울대학교 대학원
건설환경공학부
김 문 경

공학박사학위논문

Microbially induced calcium carbonate precipitation to prevent soil erosion in heavy metals-contaminated sites as a measure of risk mitigation

중금속 오염토양의 침식 방지를 통한 위해저감조치로서 미생물 매개 탄산칼슘 침전에 대한 연구

2020년 2월

서울대학교 대학원
건설환경공학부
정 현 용

공학박사학위논문

Stabilization mechanism of lead and arsenic in mine waste by basic oxygen furnace slag

제강슬래그를 이용한 광산폐기물 납과 비소 안정화 기작에 대한 연구

2020년 2월

서울대학교 대학원
건설환경공학부
김 상 현

공학석사 학위논문

TREECS와 토조 실험 장치를 이용한 TNT와 중금속의 유출 특성 및 MKP/Bentonite의 유출 저감 효과 평가

Evaluation of characteristics of discharge of TNT/Heavy metals and the reducing effect of MKP/Bentonite on TNT/Heavy metals using TREECS and lysimeter

2016 년 8 월

서울대학교 대학원
건설환경공학부
유 기 현

공학박사학위논문

Development of stable *n*-caproate producing platform by shaping chain elongation microbiome and operating anaerobic membrane bioreactor

사슬연장 미생물군 세이핑과 혐기성 막 반응조 운전을 통한 안정적인 카프로익산 생산 플랫폼 개발

2021년 2월

서울대학교 대학원
건설환경공학부
김 병 철

공학석사 학위논문

Determination of site-specific acceptable concentrations of copper using fixed monitoring benchmarks in water: Soil porewater and stream water

수계에서의 현장 특이적 구리 허용농도 결정을 위한 fixed monitoring benchmarks와 독성영향인자 시계열 데이터 활용 기법에 관한 연구

2018 년 2 월

서울대학교 대학원
건설환경공학부
정 부 윤

전인형, 2017년 3월 ~ 2019년 2월 (석사)

산염기 유출이 토양의 물리화학적 특성 및 pH 완충능력에 미치는 영향과 이를 이용한 토양 취약성 평가

박진희, 2017년 9월 ~ 2019년 8월 (석사)

비정질 철산화물 원위치 공침을 통한 비소오염토양 안정화 및 생물학적 접근성 저감

박수진, 2018년 3월 ~ 2019년 2월 (석사)

Redox Transition Zone 토양에서 유기물 유입과 철산화물의 성질 변화가 비소의 이동성에 주는 영향

채승희, 2019년 9월 ~ 2021년 8월 (석사)

철 기반 금속유기골격체를 이용한 clofibric acid의 흡착 및 광분해 기작

윤성희, 2021년 3월 ~ 2023년 2월 (석사)

다황화칼슘을 이용한 지하수내 카드뮴과 아연 저감: 침전기작, 산화저항성에 관한 연구

공학석사학위논문

Effect of acid or alkali spills on physicochemical properties and pH buffering capacity of soil and its implication on soil vulnerability

산염기 유출이 토양의 물리화학적 특성 및 pH 완충능력에 미치는 영향과 이를 이용한 토양 취약성 평가

2019년 2월

서울대학교 대학원
건설환경공학부
전 인 형

공학석사학위논문

Stabilization and reduction in bioaccessibility of As-contaminated soil through *in situ* co-precipitation of amorphous Fe oxides

비정질 철산화물 원위치 공침을 통한 비소오염토양 안정화 및 생물학적접근성 저감

2019년 8월

서울대학교 대학원
건설환경공학부
박 진 희

공학석사 학위논문

Mechanisms of sorption and photocatalytic degradation of clofibric acid in Fe-based Metal Organic Frameworks (MOFs)

철 기반 금속유기골격체를 이용한 clofibric acid의 흡착 및 광분해 기작

2021년 8월

서울대학교 대학원
건설환경공학부
채 승 희

공학석사 학위논문

Remediation of Cadmium and Zinc in Groundwater by Calcium Polysulfide : Precipitation Mechanism, Oxidation Resistance

다황화칼슘을 이용한 지하수 내 카드뮴과 아연 저감 : 침전 기작, 산화 저항성에 관한 연구

2023 년 2 월

서울대학교 대학원
건설환경공학부
윤 성 희

Photo Album

비대면 환경방 신년하례식 (01.04)

새해 맞이 환경방 청소 (02.17)

#스승의 날 행사 (05.13)

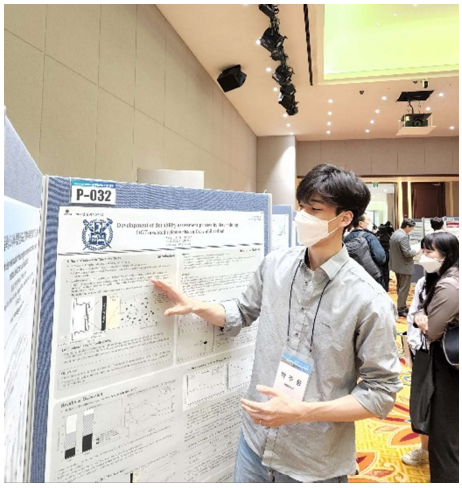
#교수님 생신 (07.09)

#토양방 방장 이호섭의 생일 (11.08)

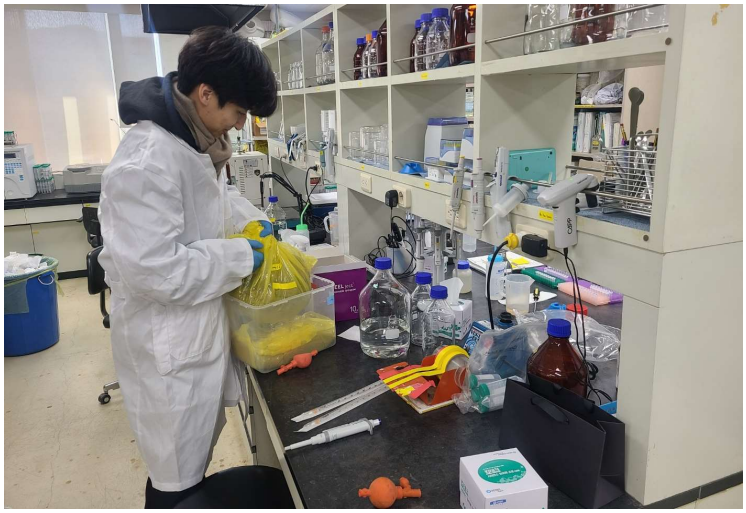
#한국지하수토양학회 춘계학술대회 #코로나 이후 첫 간친회 (04.27~04.29)

#한국지하수토양학회 춘계학술대회 보조 #부윤 수상 (04.27~04.29)

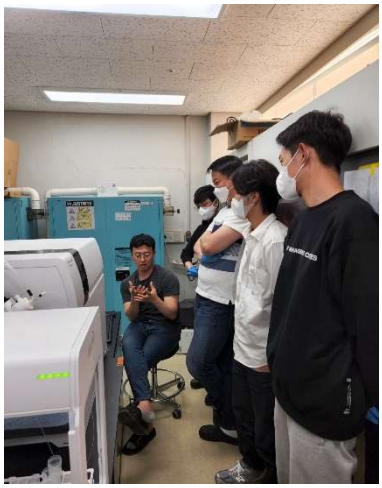
#발표 이후 뒤풀이 (04.27~04.29)



#토양 샘플 후 실험, 주용 (06.17)

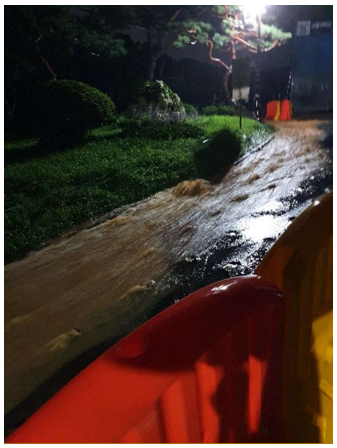
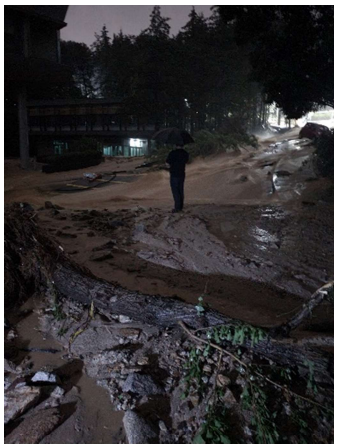
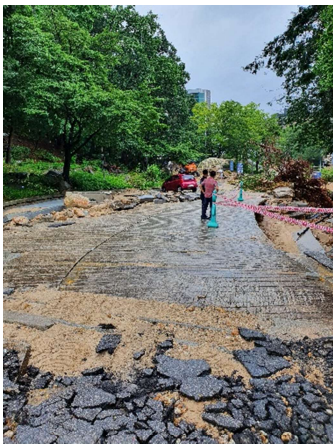


#어깨가 무거운 호섭방장 (06.17)

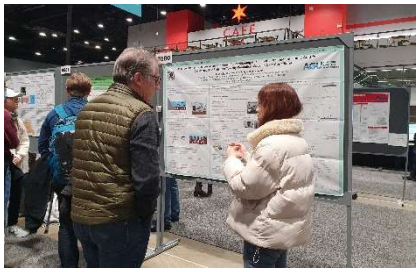
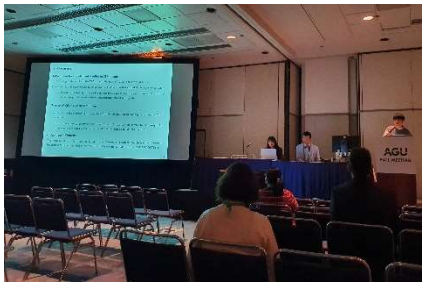


#교수님의 지도 # 문찬규 #정부윤 (04.05, 05.17)

#폭우로 인한 토양 침식 #호섭, 주용 강제 야근 (08.08)

#AGU 학회 #시카고 (12.12 ~ 12.16)

#시카고에서 (12.12 ~ 12.16)

크리스마스 회식 # 토양환경연구실 선배님들 (12.10)

토양환경연구실 #한국지하수토양환경학회 11대 회장 남경필 (2021.01 ~2022.12.31)

토양환경연구실 여러분, 2022년도 어떻게 보내셨나요?

정부윤

상반기에는 시간이 느리게 간다고 생각했는데, 하반기에 들어서자 순식간에 연말이 되어버려 아쉬운 마음이 가득합니다. 아직 끝내지 못한 일들이 많은걸 보면 더 열심히 한 해를 보냈어야 하는데 매년 이맘때쯤 비슷한 후회들을 하고 있네요. 내년에는 더더욱 보람있는 한 해가 되면 좋겠습니다! 올 겨울이 유난히 추운데 다들 따뜻하게 건강 하시기를요. 2022년도 모두들 고생 많으셨습니다☺

이호섭

2023년에는 더 열정적으로 연구하는 대학원생이 되겠습니다.

송호재

2022년이 벌써 이렇게 끝나다니, 올해는 뭔가 빨리지나간것 같아요. SQL에 들어온지 학부시절 인턴기간까지 포함하면 벌써 7년차가 됩니다. 짧지 않은 기간동안 있으면서 졸업생들과 신입생들이 생기면서 멤버구성이 바뀌는걸 지켜보면 시간이 빠름을 느끼고, 추억도 지나갑니다. 내년에도 다들 열심히 함께 연구하는 행복한 연구실이 되었으면 합니다!

문찬규

학부 입학 이후 관악에 온 지 어느덧 10년이 지났습니다. 10년간 좋았던 일 , 슬펐던 일, 화났던 일, 즐거웠던 일, 후회할 일, 참 많았습니다. 분명한 건 참 좋았고, 스무살보다 훨씬 더 많이 성장 한 것입니다.
더 나은 10년을 또 다시 시작하겠습니다.

윤성희

올해는 정말 오랜 기간 붙잡고 고민했던 실험이 잘 해결되지 않으면서 조금은 방황하고, 게다가 졸업이 다가오면서 시야가 좁아지고 마음의 여유가 더 없어진 연말을 보냈던 것 같습니다. 내년에는 바빠지더라도 한발짝 물러서서 숲을 볼 수 있는 능력이 길러졌으면 좋겠습니다. 끝으로 다양한 분야에 계시는 연구실 선배님들 모두 뜻깊은 2023년 새해 맞이하시길 바랍니다. 감사합니다.

박주용

2022년에는 졸업생 모임, 국내 및 해외학회 등지에서 졸업하신 선배님들을 만나고 이야기 나누었던 것이 기억에 오래 남을 것 같습니다. 저 또한 졸업할 때까지 학업에 정진하겠습니다. 모두 하시는 연구 잘 되시기를 바랍니다. 감사합니다!

오전 10:50

모두 2022년 동안 수고하셨어요!
2023년에도 칭찬받는 토양환경연구실, 매력적인 토양환경연구실, 즐겁고 건강한 토양환경연구실, 겸손한 토양환경연구실 되도록 해요!
Happy New Year

오전 11:46