

Soil Quality Laboratory

Department of Civil and Environmental Engineering, Seoul National University

Annual Report 2017



Foreword from Professor Nam	3
Highlights 2017	4
Achievements	7
Research Activity	17
People	27
Memories	37
Photo Album	41



Foreword from Professor Nam

그동안 글쓰기를 무척이나 하지 않았음을 느끼면서 한동안 앉아 있습니다. 지난 1년간을 정리하고 그 감회를 표현하는 일이 쉽지는 않겠지만, 그 어려움보다는 살면서 그런 느낌을 표현하는 연습을 게을리 한 이유가 더 클 것이라 생각합니다. '표현'을 사전에서 찾아보니 '의사나 감정 등을 드러내어 나타냄' 이라고 합니다. 연구도, 그 대상이 나의 의사나 감정이 아니라는 점을 제외하면, 드러내어 나타내는 일이지는 않습니다. 또 억지로 가져다 붙이면, 연구도 연습이 필요한 것이라는 결론 아닌 결론에 도달합니다. 이렇게까지 생각이 확장되고 나니, 지난 한 해 동안 우리는 각자의 위치에서 얼마나 많은 연습을 했는지를 생각하게 됩니다. 더불어, 결과를 표현하는 연습을 많이 하면 좋겠다는 생각도 듭니다.

평소 결과에 대한 만족보다는 그 과정에 대해 만족할 수 있는 생활을 하면 좋겠습니다. 학생 시절에 이런 말을 들었을 때 솔직히 어른들이 그냥 하는 말이라고 생각했습니다. 그런데, 지금에 와서 보니 진심입니다. 또, 평소 연구와 개인적인 관심 사이에서 어느 정도 균형을 가지는 생활을 하면 더 좋겠습니다. 상황에 따라 그 균형이 한쪽으로 기울어지는 때가 있는 것은 당연하겠지만, 또 다른 한쪽으로 기울어질 수 있는 추를 가지고 있다는 사실이 의미가 있지 않을까 싶습니다. 가끔씩 담장 넘어 일들을 구경하고 즐기는 생활의 악센트를 가지면 좋겠습니다.

여전히 우리는 지난 한 해에도 논문, 학회발표 등 많은 연구업적을 일구어냈습니다. 모두들 열심히 하고 착한 학생들임에 항상 감사한 마음입니다. 아마도 이런 믿음 때문에 '과정' 과 '악센트'를 생각하는 여유를 가지는지도 모르겠습니다. 모두에게 새로운 의미가 있는 2018년이 되기를 바랍니다.

남 경 필

Highlights 2017



▲ 서울대의 봄: 벚꽃나무

안녕하세요. 서울대학교 건설환경공학부 토양환경연구실 (Soil Quality Laboratory)입니다. 저희 연구실은 현재 석사 후 연구원 1명, 박사과정 2명, 석·박 통합과정 6명, 석사과정 3명의 학생이 함께 공부하고 있습니다.

올해에는 봄 학기 1명(전인형), 가을 학기 1명(박진희)의 신입생이 입학하였고 1명(정부윤)의 졸업생을 배출하였습니다.

2017년 한 해 동안, 우리 연구실은 8편의 SCI 논문과 2편의 국내논문, 11건의 국제 학술대회 발표와 19건의 국내 학술대회 발표의 연구실적을 달성하였습니다. 또한, 연구와 관련된 다수의 워크샵과 세미나를 참석하였습니다.



2017년 토양환경실험실에서는 다양한 연구를 진행하였습니다. 농업 부산물을 이용한 고부가가치 바이오플라스틱 원료물질 생산기술 개발, 유기성 폐자원 혐기성 발효 플랫폼 구축 및 발효 산물을 이용한 생분해성 플라스틱 원료물질 생산, 제강슬래그를 활용한 광산폐기물 중금속 안정화 기작 확인 및 재용출 가능성을 고려한 안정화 기술 개발, Unified BARGE (UBM)를 이용한 비소의 생물학적 접근성 평가방법에 대한 연구, Biotic ligand model (BLM)을 이용한 비소의 독성예측과 이를 이용한 토양 공극수 내 비소의 생태독성학적 허용농도 결정, 산-염기 물질 유출 사고로 인한 토양의 물리화학적 특성 변화, 갈바닉셀을 이용한 황철석 용해 촉진 및 이를 이용한 광산 폐기물 내 중금속 제거, 미생물 매개 탄산칼슘 침전을 활용한 중금속 오염토양 유실 및 위해도 저감기술 개발, 한강 수계에서의 현장 특이적 중금속 허용농도 결정을 위한 fixed monitoring benchmarks (FMB)와 독성영향인자 시계열 데이터의 활용 등 다양한 연구를 수행하고 있습니다.



서울대 정문 앞 나무 ▲





Achievements

.....

국제 학술지 논문 • 08

국내 학술지 논문 • 10

수상 • 12

국제 학술대회 발표 • 13

국내 학술대회 발표 • 14

연구과제 • 16

국제 학술지 논문

Hosub Lee, Gihyeon Yu, Yongju Choi, Eun Hea Jho, Kyoungphile Nam*

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

Journal of soils and sediments, 17(12), 2742-2751

Moonkyung Kim, Byung-Chul Kim, Yongju Choi, Kyoungphile Nam*

Minimizing mixing intensity to improve the performance of rice straw anaerobic digestion via enhanced development of microbe-substrate aggregates

Bioresource Technology, 245(A): 590-597

Won Jung Ju, Doyun Shin*, Hyunsik Park, Kyoungphile Nam

Environmental Compatibility of Lightweight Aggregates from Mine Tailings and Industrial Byproducts

Metals, 7(10): 1-12

Kyuyeon Lee, Yongju Choi, Byung Sun Lee, Kyoungphile Nam*

Differential mode of denitrification by *Pseudomonas* sp. KY1 using molasses as a carbon source

KSCE Journal of Civil Engineering, 21(6):2097-2105

Byung Sun Lee, Jae Min Lee, Kyuyeon Lee, Kyoungphile Nam*

Nitrate-N Removal using Slowly Released Molasses Barrier in a Shallow Aquifer: Obstacles from Lab/Pilot-scale Results to Field Application

KSCE Journal of Civil Engineering, 21(4): 1096-1101

Seulki Jeong, Kyung Yang, Eun Hea Jho, Kyoungphile Nam*

Importance of chemical binding type between As and iron-oxide on bioaccessibility in soil: Test with synthesized two line ferrihydrite

Journal of Hazardous Materials, 330: 157-164

Kyung Yang, Byung-Chul Kim, Kyoungphile Nam, Yongju Choi*

The effect of arsenic chemical form and mixing regime on arsenic mass transfer from soil to magnetite

Environmental Science and Pollution Research, 24(9): 8479-8488

Jinsung An, Hosub Lee, Kyoungphile Nam, Hye-On Yoon*

Effect of methanol addition on generation of isobaric polyatomic ions in the analysis of arsenic with ICP-MS

Microchemical Journal, 131, 170-173

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

Kwang Yong Kim, Young Chul Kim, Han Il Lee, Kyungsik Nam

Received 20 July 2016; received in revised form 20 October 2016; accepted 20 October 2016

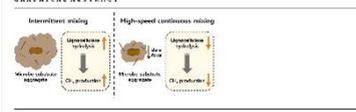
Abstract: This study predicted the long-term leaching of toxic constituents from coal bottom ash (CBA) by using the leaching prediction model (LPM) based on the leaching test results. The LPM was developed by using the leaching test results of CBA and the leaching test results of the constituents in CBA. The LPM was used to predict the leaching of toxic constituents from CBA for 100 years. The LPM was used to predict the leaching of toxic constituents from CBA for 100 years. The LPM was used to predict the leaching of toxic constituents from CBA for 100 years.

Keywords: Coal bottom ash; Leaching prediction model; Long-term leaching prediction; Coal bottom ash; Leaching prediction model; Long-term leaching prediction.

Minimizing intensity to improve the performance of rice straw anaerobic digestion via enhanced development of micro-alkalate aggregates

Minyoung Kim, Kyung-Ho Kim, Young-Chul Kim, Kyungsik Nam

Received 20 July 2016; received in revised form 20 October 2016; accepted 20 October 2016



Abstract: This study investigated the effect of micro-alkalate aggregate on the performance of rice straw anaerobic digestion. The results showed that the micro-alkalate aggregate improved the performance of rice straw anaerobic digestion. The micro-alkalate aggregate improved the performance of rice straw anaerobic digestion.

Keywords: Rice straw; Anaerobic digestion; Micro-alkalate aggregate; Performance; Rice straw; Anaerobic digestion; Micro-alkalate aggregate; Performance.

Environmental Compatibility of Lightweight Aggregates from Mine Tailings and Industrial Byproducts

Kwang Yong Kim, Young Chul Kim, Han Il Lee, Kyungsik Nam

Received 20 July 2016; received in revised form 20 October 2016; accepted 20 October 2016

Abstract: This study investigated the environmental compatibility of lightweight aggregates from mine tailings and industrial byproducts. The results showed that the lightweight aggregates from mine tailings and industrial byproducts were environmentally compatible. The lightweight aggregates from mine tailings and industrial byproducts were environmentally compatible.

Keywords: Lightweight aggregates; Mine tailings; Industrial byproducts; Environmental compatibility; Lightweight aggregates; Mine tailings; Industrial byproducts; Environmental compatibility.

Differential Mode of Denitrification by Paradoxonous No. K31 Using Molasses as a Carbon Source

Kyungsoo Lee, Young Chul Kim, Han Il Lee, and Kyungsik Nam

Received 20 July 2016; received in revised form 20 October 2016; accepted 20 October 2016

Abstract: This study investigated the differential mode of denitrification by Paradoxonous No. K31 using molasses as a carbon source. The results showed that the differential mode of denitrification by Paradoxonous No. K31 using molasses as a carbon source was different from other modes. The differential mode of denitrification by Paradoxonous No. K31 using molasses as a carbon source was different from other modes.

Keywords: Denitrification; Paradoxonous No. K31; Molasses; Carbon source; Denitrification; Paradoxonous No. K31; Molasses; Carbon source.

Nitrite-N Removal using Slowly Released Molasses Barrier in a Shallow Aquifer: Obstacles from Lab-to-Field-scale Results to Field Application

Byung Sun Lee, Jae Min Lee, Kyungsik Nam, and Kyungsik Nam

Received 20 July 2016; received in revised form 20 October 2016; accepted 20 October 2016

Abstract: This study investigated the removal of nitrite-N using a slowly released molasses barrier in a shallow aquifer. The results showed that the slowly released molasses barrier was effective for removing nitrite-N. The slowly released molasses barrier was effective for removing nitrite-N.

Keywords: Nitrite-N; Slowly released molasses barrier; Shallow aquifer; Removal; Nitrite-N; Slowly released molasses barrier; Shallow aquifer; Removal.

Importance of chemical binding type between As and iron-oxide on bioaccessibility in soil: Test with synthesized two iron-ferrihydrite

Seulbin Lee, Kwang Yong Kim, Han Il Lee, and Kyungsik Nam

Received 20 July 2016; received in revised form 20 October 2016; accepted 20 October 2016

Abstract: This study investigated the importance of chemical binding type between As and iron-oxide on bioaccessibility in soil. The results showed that the chemical binding type between As and iron-oxide was important for bioaccessibility in soil. The chemical binding type between As and iron-oxide was important for bioaccessibility in soil.

Keywords: Iron-oxide; As; Bioaccessibility; Chemical binding type; Iron-oxide; As; Bioaccessibility; Chemical binding type.

The effect of arsenic chemical form and mixing regime on arsenic mass transfer from soil to magnetite

Kwang Yong Kim, Young Chul Kim, Han Il Lee, and Kyungsik Nam

Received 20 July 2016; received in revised form 20 October 2016; accepted 20 October 2016

Abstract: This study investigated the effect of arsenic chemical form and mixing regime on arsenic mass transfer from soil to magnetite. The results showed that the arsenic chemical form and mixing regime were important for arsenic mass transfer from soil to magnetite. The arsenic chemical form and mixing regime were important for arsenic mass transfer from soil to magnetite.

Keywords: Arsenic; Magnetite; Soil; Mass transfer; Arsenic; Magnetite; Soil; Mass transfer.

Effect of cellulose addition on gasification of tobacco polyacrylate resin in the analysis of smoke with HPLC

Byung Sun Lee, Kwang Yong Kim, Han Il Lee, and Kyungsik Nam

Received 20 July 2016; received in revised form 20 October 2016; accepted 20 October 2016

Abstract: This study investigated the effect of cellulose addition on gasification of tobacco polyacrylate resin in the analysis of smoke with HPLC. The results showed that the cellulose addition was effective for gasification of tobacco polyacrylate resin. The cellulose addition was effective for gasification of tobacco polyacrylate resin.

Keywords: Cellulose; Tobacco polyacrylate resin; Gasification; HPLC; Cellulose; Tobacco polyacrylate resin; Gasification; HPLC.

국내 학술지 논문

전인형, 정재웅, 남경필*

강산 및 강염기 토양 유출에 따른 토양의 생태기능 관련 토양특성 변화

Ecology and Resilient Infrastructre, 4(4): 193-199

안진성, 정부윤, 이병준, 남경필*

토양 공극수 내 Cu의 존재형태가 *terrestrial biotic ligand model*을 이용한 보리의 급성독성 예측에 미치는 영향

Journal of Soil and Groundwater Environment, 22(5): 1-10

유기현, 안진성, 정부윤, 남경필*

*Biotic ligand model*과 종 민감도 분포를 이용한 토양 공극수 내 Cu의 생태독성학적 허용농도 결정에 미치는 환경인자의 영향

한국지하수토양환경학회지, 22(1): 49-58 (2017.02)

ORIGINAL ARTICLE

강산 및 강염기 토양 유출에 따른 토양의 생태기능 관련 토양특성 변화 Changes in Soil Properties Related to Soil Function due to Chemical Spills with Strong Acid and Base

진한정¹, 정재웅¹, 남경필²

¹서울대학교 건설환경공학부, ²환경정책연구원, 경남과학기술연구원

Inhyeong Jeon¹, Jae-Woong Jung¹ and Kyounghyeil Nam²

¹Department of Civil and Environmental Engineering, Seoul National University, Seoul 08526, Korea
²Gyeongnam Department of Environmental Toxicology and Chemistry, Korea Institute of Toxicology, Jinju 52834, Korea

Received 23 October 2017, revised 22 November 2017, accepted 22 November 2017, published online 31 December 2017

ABSTRACT: In this study, changes of soil properties including soil texture, specific surface area, organic matter content, pH, cation exchange capacity and exchangeable cations content were investigated in response to strong acid or base accident. The properties changed significantly when the soil reacted with 10 M HCl or 1 M NaOH(aq), when one gram of soil received 50 and 5 mmol of HCl or NaOH, respectively. When the soil reacted with 10 M HCl or 1 M NaOH(aq) solutions, soil texture changed from sandy loam to loamy sand and specific surface areas decreased from 5.84 m²/g to 4.85 and 1.92 m²/g, respectively. The soil organic matter content was reduced from 3.22% to 0.96 and 0.44%, and the soil pH changed from 5.05 to 2.35 and 11.65, respectively. The cation exchange capacity decreased from 10.27 cmol/kg to 4.52 and 5.60 cmol/kg, respectively. Especially, high concentrations of Al³⁺ or Na⁺ were observed in acidic or basic spills, respectively, which is likely to cause toxicity to terrestrial organisms. The results suggest that restoration of soil properties, as well as soil remediation, needs to be carried out to maintain the soil function in chemical spill sites.

KEYWORDS: Acid-base reaction, Chemical spill, Soil properties, Terrestrial organisms

요약: 본 연구에서는 강산 및 강염기 유출사고 발생하였을 때 육상생물의 생애에 영향을 미칠 수 있는 토양특성의 변화를 살펴보았다. 강산과 강염기 화물탱크에서 HCl과 NaOH를 인공적으로 유출 시뮬레이션 후 토양의 토성, 비비탄적, 유체물 함량, pH, 양이온교환능력 및 시판성양분 함량 변화를 측정하였다. 토양과 반응한 HCl 및 NaOH 농도가 각각 10 M과 1 M인 경우 (즉, 토양 1 g 당 50 mmol의 HCl과 5 mmol의 NaOH가 유출된 경우) 유출된 수종의 토양 특성 변화가 관찰되었다. 10 M HCl 및 1 M NaOH 용액에 반응한 토양의 토성은 sandy loam에서 loamy sand로 변하였고, 비비탄적은 5.84 m²/g에서 각각 4.85 및 1.92 m²/g로 감소하였다. 토양 유기물 함량은 3.22%에서 0.96% 및 0.44%로 크게 감소하였으며, 토양 pH는 5.05에서 각각 2.35와 11.65로 변하였다. 특히, 강산 유출 시 Al³⁺와 강염기 유출 시 Na⁺의 함량이 증가하였다. HCl과 반응한 경우 Na⁺ 함량은 감소, Al³⁺ 함량은 증가하였으나, 반대로 NaOH에 반응한 경우 Na⁺ 함량은 증가, Al³⁺ 함량은 감소하였다. 높은 농도의 Al³⁺과 Na⁺은 각각 토양생물에 치명적인 독성을 발현하거나 토양의 투수성을 감소시키고 중금속의 농도를 증가시켜 독성을 발현할 수 있다. 본 연구는 강산 및 강염기 유출사고에 인하여 변화한 토양특성(유출)의 생태기능에 영향을 줄 수 있음을 보여준다.

핵심어: 산-염기 화물탱크, 화학사고, 토양특성, 육상생물

*Corresponding author: kpyoung@snu.ac.kr, ORCID: 0000-0001-7383-2973

© Korean Society of Ecology and Infrastructure Engineering. All rights reserved.

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

토양 공극수 내 Cu의 존재형태가 terrestrial biotic ligand model을 이용한 보리의 급성독성 예측에 미치는 영향

안진설¹, 정부원¹, 이필진¹, 남경필²

¹서울대학교 건설환경공학부
²환경정책연구원

Effect of Cu Species Distribution in Soil Pore Water on Prediction of Acute Cu Toxicity to *Hordeum vulgare* using Terrestrial Biotic Ligand Model

Jinsung An¹, Byun Jeong¹, Byungjin Lee¹, Kyounghyeil Nam²

¹Dept. of Civil & Environmental Engineering, Seoul National University
²School of Chemical and Biological Engineering, Seoul National University

ABSTRACT

In this study, the predictive toxicity of barley (*Hordeum vulgare*) was estimated using a modified terrestrial biotic ligand model (TBLM) to account for the kinetic effects of Cu(II) and Cu(OH)⁺ generated at pH 7 or higher, and this was compared to that from the original TBLM. At pH values higher than 7, the difference in $HE_{50}(Cu^{2+})$ (half-maximal effective activity of Cu²⁺) between the two models increased with increasing pH. As Mg concentration increased from 8.20 to 14.40 mg/L, the pH range of 5.5 to 8.5, the difference in $HE_{50}(Cu^{2+})$ increased, and it reached its maximum at pH 8. The difference in $HE_{50}(Cu^{2+})$ (half-maximal effective concentration of Cu) between the two models increased as dissolved organic carbon (DOC) concentration increased when pH was above 7. Thus, *in situ* Cu species with a higher pH, the toxic effect of Cu(II) and Cu(OH)⁺ are greater at higher soil and DOC concentrations. The acceptable Cu concentration in soil porewater can be estimated by the modified TBLM through deterministic methods at pH levels higher than 7, while concentration of TBLM and species sensitivity distribution through the probabilistic method could be utilized at pH levels lower than 7.

Key words: Copper, Cu(II), Cu(OH)⁺, Terrestrial biotic ligand model, Acceptable Cu concentration

1. 서 론

토양 내 존재하는 금속의 생태독성 예측을 목적으로 개발된 토양 생물리간드 모델(TBLM)은 토양의 생물리간드(BLM)에 대한 비 활성(Thakali et al., 2006; Thakali et al., 2006; Look et al., 2007; Anwar and Koozeb, 2009; Thakali, 2013)의 금속이온과 비활성 금속 이온과 자유 금속 이온의 상호작용을 설명하는 활성 비결합 결합 모델에 기반하여 개발된다고 가정한다. Cu²⁺, Mg²⁺ 및 pH와 같은 주요 양이온은 자유 금속 이온과 결합할 수 있는 주요 경쟁자로서 토양의 독성

을 평가할 수 있다(Anwar et al., 2001; Saxena et al., 2001; Lee et al., 2008; An et al., 2012). 특히 이온화된 유기탄소(dissolved organic carbon, DOC)는 자유 금속 이온의 활성에 차이를 형성하는데 중요한 역할을 하며, 이는 토양의 생물리간드(BLM)에 대한 비 활성(Thakali et al., 2006; Thakali et al., 2006; Look et al., 2007; Anwar and Koozeb, 2009; Thakali, 2013)의 금속이온과 비활성 금속 이온과 자유 금속 이온의 상호작용을 설명하는 활성 비결합 결합 모델에 기반하여 개발된다고 가정한다. Cu²⁺, Mg²⁺ 및 pH와 같은 주요 양이온은 자유 금속 이온과 결합할 수 있는 주요 경쟁자로서 토양의 독성

*Corresponding author: kpyoung@snu.ac.kr
Received: 2017. 0. 0 Reviewed: 2017. 9. 0 Accepted: 2017. 9. 0
Discussion until: 2017. 12. 31

Biotic ligand model과 종 민감도 분포를 이용한 토양 공극수 내 Cu의 생태독성학적 허용농도 결정에 미치는 환경인자의 영향

유기진¹, 안진설¹, 정부원¹, 남경필²

¹서울대학교 건설환경공학부
²환경정책연구원

Effect of Environmental Factors on the Determination of the Ecotoxicological Threshold Concentration of Cu in Soil Pore Water through Biotic Ligand Model and Species Sensitivity Distribution

Gyujin Yu · Jinsung An · Byun Jeong · Kyounghyeil Nam

¹Department of Civil & Environmental Engineering, Seoul National University

ABSTRACT

Biotic ligand model (BLM) and species sensitivity distribution (SSD) were used to determine the site-specific Cu threshold concentration (5% bioeffects concentration, HC5) in soil pore water. Model parameters for Cu-BLM were collected for six plants, one collembola, and two crustaceans from published literature. Half-maximal effective concentration ($HE_{50}(Cu^{2+})$), expressed as Cu²⁺ activity, was calculated based on activities of copper cations and the collected Cu-BLM parameters. The $HE_{50}(Cu^{2+})$ varied from 2.83 to 251 µg/L according to the variation in environmental factors of soil pore water (pH, major cation/anion concentrations) and the type of species. Threshold activity for 5% (HC5) and HC5 calculated from SSD varied from 0.07 to 0.4 µg/L and 0.1 to 0.3 µg/L, respectively. HC5 and HC5 significantly decreased with the increase in pH in the region with pH less than 7 due to the decrease in competition with H⁺ and Cu²⁺. In the region with pH more than 7, HC5 increased with the increase in pH due to the formation of complexes of Cu with inorganic ligands. In the presence of dissolved organic carbon (DOC), Cu and DOC 50% acceptible, which decreases Cu²⁺ activity in soil pore water, resulting in up to 295.6-fold increase in HC5 from 0.18 to 54.0 µg/L.

Key words: Copper, Threshold concentration, Soil pore water, Biotic ligand model, Species sensitivity distribution

1. 서 론

토양 및 지하수에 오염된 금속 중독(acute toxicity)은 인공적으로 유출된 금속 이온의 활성(Anwar et al., 2001; Saxena et al., 2001; Lee et al., 2008; An et al., 2012)에 의해 결정된다. 특히 이온화된 유기탄소(dissolved organic carbon, DOC)는 자유 금속 이온의 활성에 차이를 형성하는데 중요한 역할을 하며, 이는 토양의 생물리간드(BLM)에 대한 비 활성(Thakali et al., 2006; Thakali et al., 2006; Look et al., 2007; Anwar and Koozeb, 2009; Thakali, 2013)의 금속이온과 비활성 금속 이온과 자유 금속 이온의 상호작용을 설명하는 활성 비결합 결합 모델에 기반하여 개발된다고 가정한다. Cu²⁺, Mg²⁺ 및 pH와 같은 주요 양이온은 자유 금속 이온과 결합할 수 있는 주요 경쟁자로서 토양의 독성

Biotic ligand model(BLM)은 자유 금속 이온의 활성(active ion activity model; IAM)과 양이온 경쟁효과를 결정하는 수경지 화학적 활성도(geochemical activity) 및 종 민감도 분포를 기반으로 개발된다고 가정한다(Anwar et al., 2001; Saxena et al., 2001; Lee et al., 2008; An et al., 2012). 특히 이온화된 유기탄소(dissolved organic carbon, DOC)는 자유 금속 이온의 활성에 차이를 형성하는데 중요한 역할을 하며, 이는 토양의 생물리간드(BLM)에 대한 비 활성(Thakali et al., 2006; Thakali et al., 2006; Look et al., 2007; Anwar and Koozeb, 2009; Thakali, 2013)의 금속이온과 비활성 금속 이온과 자유 금속 이온의 상호작용을 설명하는 활성 비결합 결합 모델에 기반하여 개발된다고 가정한다. Cu²⁺, Mg²⁺ 및 pH와 같은 주요 양이온은 자유 금속 이온과 결합할 수 있는 주요 경쟁자로서 토양의 독성

*Corresponding author: kpyoung@snu.ac.kr
Received: 2017. 3. 31 Reviewed: 2017. 2. 14 Accepted: 2017. 2. 26
Discussion until: 2017. 4. 30

수상

2017 지하수토양환경학회 춘계학술대회 및 Geo-Environmental Engineering 우수논문발표상



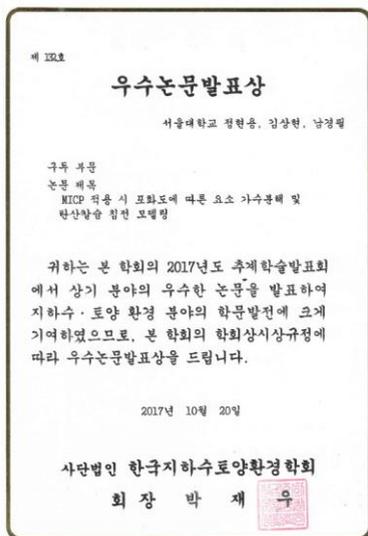
수상자: 김상현

수상일: 2017년 5월 19일

수여기관: 한국지하수토양환경학회

수상내용: 우수논문 발표 구두발표 부문에서 ‘Stabilization of heavy metals in mine waste using BOF slags: Effects of BOF slag and water contents’ 라는 논문제목으로 수상

2017 지하수토양환경학회 추계학술대회 우수논문 발표상



수상자: 정현용

수상일: 2017년 10월 20일

수여기관: 한국지하수토양환경학회

수상내용: 우수논문 발표 구두발표 부문에서 ‘MICP 적용 시 포화도에 따른 요소 가수분해 및 탄산칼슘 침전 모델링’ 이라는 논문제목으로 수상

국제 학술대회 발표

■ The 2nd International Conference on Biological Waste and Resource 2017, Hong Kong, 05.25-28

Byung-Chul Kim, Moonkyung Kim, Yongju Choi, Kyoungphile Nam

Identifying permissible concentrations of nitrogen species for producing polyhydroxyalkanoates using volatile fatty acids by *C. necator*

Moonkyung Kim, Byung-Chul Kim, Yongju Choi, Kyoungphile Nam

Effect of mixing intensity on biomethanation of rice straw in anaerobic digestion

■ 254th American Chemical Society National Meeting & Exposition, Washington, D.C., U.S.A., 08.20-24

Byung-Chul Kim, Moonkyung Kim, Yongju Choi, Kyoungphile Nam

Production of short-chain fatty acids from rice straw under alkaline conditions for polyhydroxyalkanoates production

Buyun Jeong, Jinsung An, Kyoungphile Nam

Determination of heavy metal acceptable concentration using fixed monitoring benchmarks in river system and soil pore-water in S.Korea

Hyeon Yong Chung, Inhyeong Jeon, Buyun Jung, Sang Hyun Kim, Kyoungphile Nam

Improvement of the urease activity of *Sporosarcina pasteurii* culture by controlling urea concentration and its application for preventing soil loss by microbially induced calcite precipitation

Jinsung An, Kyoungphile Nam

Decreased polyatomic interference in the analysis of arsenic with ICP-MS after injecting methanol to sample

Jinsung An, Gihyeon Yu, Kyoungphile Nam

Changes in human health risk of arsenic-contaminated soil in the former smelter site by injecting stabilization agents

Moonkyung Kim, Byung-Chul Kim, Yongju Choi, Kyoungphile Nam

Effect of pretreatment on biomethanation of rice straw in anaerobic degradation

Moonkyung Kim, Byung-Chul Kim, Yongju Choi, Kyoungphile Nam

Effect of mixing intensity on hydrolysis of rice straw and its consequence on methane production in anaerobic digestion

Sang Hyun Kim, Hyeon Yong Chung, Seulki Jung, Kyoungphile Nam

Effect of water contents on arsenic stabilization in mine wastes using basic oxygen furnace slags

Won Jung Ju, Kyoungphile Nam

Mobilization of cationic heavy metal from mine tailings by using fuel cell technology

■ The 5th Busan Global Water Forum, Busan, Korea, 09.06-07

Jinsung An, Kyoungphile Nam

Estimation of human origin 17 β -estradiol and estrone concentrations in main stream of Han River as receiving water from the metropolitan city of Seoul in Korea

국내 학술대회 발표

■ 대한상하수도학회·한국물환경학회 2017 공동학술발표회, 광주, 03.23-24

김문경, 김병철, 최용주, 남경필

교반 속도와 그래놀 형성이 벚짚의 혐기성 소화를 통한 메탄 발생에 미치는 영향

김병철, 김문경, 최용주, 남경필

휘발성 유기산을 이용한 *C. necator*의 polyhydroxyalkanoates 효율적 생산을 위한 목표 질소 농도 결정

안진성, 정부운, 남경필

비소 생태독성 예측을 위한 중간외삽법의 적용

정부운, 안진성, 남경필

Fixed Monitoring Benchmarks 기법을 이용한 한강 수계에서의 중금속 허용농도 결정 기술 개발

■ 2017년 응용생태공학회 학술발표대회, 서울, 04.28

김문경, 김병철, 최용주, 남경필

Effect of acid, alkali, and thermal pretreatment on anaerobic degradation of rice straw

김병철, 김문경, 최용주, 남경필

*C. necator*를 이용한 효율적 polyhydroxyalkanoates의 생산을 위한 허용가능 질소농도 및 휘발성 유기산 조성 결정

■ 2017 한국지하수토양환경학회 춘계학술대회 및 Geo-Environmental Engineering, 서울, 05.18-20

김상현, 정현용, 정슬기, 남경필

제강슬래그를 활용한 광산폐기물 중금속 안정화: 제강슬래그와 수분함량에 따른 영향

안진성, 정부운, 유기현, 남경필

발광미생물을 이용한 중금속 오염토양의 독성평가에 미치는 토성의 영향

정현용, 정부운, 김상현, 남경필

요소 농도 조절을 통한 *Sporosarcina pastuerii* 배양액의 요소 가수분해를 향상 및 미생물 매개 탄산칼슘 침전을 통한 토양유실 방지

■ 2017 한국지하수토양환경학회 추계학술대회, 제주도, 10.19-20

김문경, 정현용, 정재용, 윤정기, 남경필
현장생태조사 및 독성평가를 포함한 복합적 토양오염 생태위해성 평가에 관한 연구

김상현, 정현용, 남경필, 정슬기
제강슬래그를 이용한 광산폐기물 비소 안정화 시 수분 처리량이 미치는 영향

남경필, 정현용, 정재용, 윤정기
국내 위해성평가 시범적용 결과 및 실제 적용사례 분석을 통한 시사점 도출과 제도 보완사항 제안

안진성, 양경, 강우재, 이정선, 남경필
(구)장항제련소 주변 식생지역의 비소오염토양 위해도 저감을 위한 안정화 공법 적용성 평가 및 사후관리 계획

안진성, 유기현, 김병철, 남경필
토양시료의 분쇄가 왕수분해법을 이용한 중금속 전함량 분석결과에 미치는 영향

안진성, 박진희, 남경필
토양 공극수 내 Cu의 존재형태가 *terrestrial biotic ligand model*을 이용한 보리의 급성독성 예측 결과에 미치는 영향

정부윤, 안진성, 박진희, 남경필
Fixed Monitoring Benchmarks 기법을 이용한 오염 토양 공극수에서의 현장 특이적 중금속 허용농도 결정 기술에 관한 연구

전인형, 정재용, 남경필
강산 및 강염기 토양 유출에 따른 토양의 물리·화학적 특성 변화

정현용, 김상현, 남경필
MICP 적용 시 포화도에 따른 요소 가수분해 및 탄산칼슘 침전 모델링

주원정, 조은혜, 남경필
갈바닉셀을 이용한 황철석 용해에 환경 요인이 미치는 영향

■ 2017 대한환경공학회 국내학술대회, 제주도, 11.15-17

남경필
화학사고로 인한 토양지하수오염 현장평가 모델 개발

연구과제

- 토양오염부지 위해성평가 시범사업 및 선진화 방안 연구(III)
환경부 국립환경 과학원, 2017.05.22 - 2017.12.23, 연구책임자(남경필)
- 화학사고로 인한 토양, 지하수 오염 관리를 위한 대응체계 개발
한국환경정책평가연구원, 2016.04.01 - 2018.03.31, 연구책임자(남경필)
- 미생물 매개 탄산칼슘 침전을 활용한 중금속 오염토양 유실방지기술 개발
한국환경산업기술원, 2016.04.01 - 2018.03.31, 연구책임자(남경필)
- 자연기원 음이온 오염물질의 원위치 위해농도 예측을 위한 biotic ligand model 개발 및 이를 활용한 생태독성학적 환경
한국연구재단, 2016.06.01 - 2020.05.31, 연구책임자(남경필)

Research Activity

.....

- 농업 부산물을 이용한 고부가가치 바이오플라스틱 원료물질 생산기술 개발 • 18
 - 유기성 폐자원 혐기성 발효 플랫폼 구축 및 발효 산물을 이용한
생분해성 플라스틱 원료물질 생산 • 19
 - 제강슬래그를 활용한 광산폐기물 중금속 안정화 기작 확인
및 재용출 가능성을 고려한 안정화 기술 개발 • 20
- Unified BARGE (UBM)를 이용한 비소의 생물학적 접근성 평가방법에 대한 연구 • 21
- Biotic ligand model을 이용한 비소의 독성예측과 이를 이용한 토양 공극수 내 비소의
생태독성학적 허용농도 결정 • 22
 - 산-염기 물질 유출 사고로 인한 토양의 물리화학적 특성 변화 • 23
- 갈바닉셀을 이용한 황철석 용해 촉진 및 이를 이용한 광산 폐기물 내 중금속 제거 • 24
- 미생물 매개 탄산칼슘 침전을 활용한 중금속 오염토양 유실 및 위해도 저감기술 개발 • 25
- 한강 수계에서의 현장 특이적 중금속 허용농도 결정을 위한 fixed monitoring benchmarks와
독성영향인자 시계열 데이터의 활용 • 26

농업 부산물을 이용한 고부가가치 바이오플라스틱 원료물질 생산기술 개발

김문경

■ 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 상용 중인 생분해성 바이오플라스틱인 polylactic acid (PLA)와 차별적인, 생분해성과 생체적합성이 뛰어난 고부가가치 바이오플라스틱 원료물질인 polyhydroxyalkanoate (PHA)를 생산하는 것이며, 이를 위해 바이오리파이너리 (biorefinery) 개념을 이용한 기술을 개발하는 것이다.

■ 연구내용

- 연속식 혐기성 소화 공정: 농업부산물로부터 메탄, 이산화탄소, 휘발성유기물 등을 생산하는 바이오리파이너리 공정 적용 단계

- 생분해성 원료물질 생산 및 물성 조절: 종속 및 자가 영양성 미생물을 이용한 바이오플라스틱 원료물질 생산하는 단계

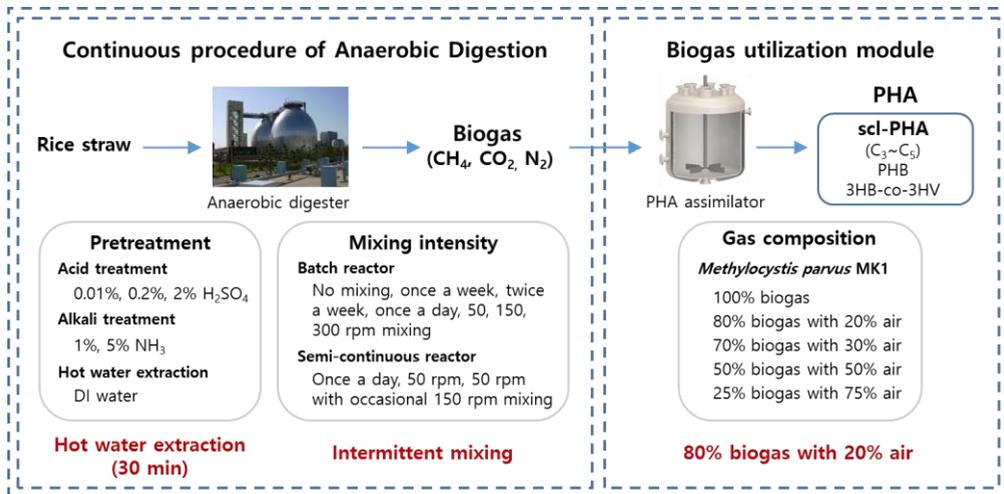
벗짚 혐기성 소화(anaerobic digestion)를 이용한 생분해성 바이오플라스틱 생산 원천기술을 연속식 교반탱크형반응

기에 적용하여 지속적으로 바이오가스를 생산하는 시스템을 구축한다. 연속식 혐기성반응조 내 기질의 전처리, 교반 속도 등의 변화를 통해 메탄가스 생산 최적운전조건을 도출한다.

벗짚 혐기성소화를 통해 발생한 메탄가스를 이용하는 종속 영양미생물의 바이오플라스틱의 축적능을 확인한다. 추가적으로 실험적 고찰을 통하여 다양한 물성을 가진 바이오플라스틱을 생산하여 이를 다양한 농업부산물을 이용한 바이오 플라스틱 생산 공정에 적용한다.

■ 기대효과

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 환경공학적으로 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.



<Sequential process for bacterial production of PHA from methane generated from anaerobic digestion of rice straw>

유기성 폐자원 혐기성 발효 플랫폼 구축 및 발효 산물을 이용한 생분해성 플라스틱 원료물질 생산

김병철

■ 연구배경

바이오리파이너리(Biorefinery)는 바이오매스를 원료로 하여 연료 및 화학 원료물질을 생산하는 미래 산업이다. 지속 가능성을 추구하는 시대적 요구와 맞물려 그 중요성과 성장 가능성을 주목 받고 있고 다양한 환경문제를 야기하는 석유기반 산업을 대체할 수 있을 것으로 기대된다. 하지만 바이오리파이너리는 기존의 연료, 생산품과 비교했을 때 경제적 우위를 점하기 힘들다는 명확한 한계가 있다.

바이오리파이너리의 경제성을 확보하기 위한 노력으로 유기성 폐자원의 혐기성 발효에 관련된 연구가 많이 진행되고 있다. 유기성 폐자원의 혐기성 발효는 운전 비용이 저렴하여 경제적이고, 또한 폐기물에서 자원을 회수함으로써 폐기물을 저감할 수 있다는 이점이 있다. 그러나 처리하는 폐기물의 조성, 분해 과정, 분해 산물이 모두 통제하기 어렵기 때문에 생산하는 플라스틱의 물성과 생산량을 예측하기 어려운 것이 사실이다. 실제로 활용 가능한 생분해성 플라스틱을 안정적으로 생산하기 위해서는 전체 공정에 대한 모델 개발이 필수적이다.

■ 연구목표

pH, H₂ 분압을 주요 운전 조건으로 설정하고 이에 따른 유기성 폐자원의 혐기성 발효 산물 발생량, 조성을 확인한다. 발효 산물을 원료로 생분해성 플라스틱 원료물질의 생산

■ 연구내용

- pH 조절을 통한 혐기성 발효 산물 조성 조절

pH는 혐기성 발효의 가장 중요한 조건 중 하나이다. 당류에 대하여 산성조건에서는 butyric acid, 중성조건에서는 acetic acid, 약염기성조건에서는 propionic acid가 우세하게 생산된다는 선행연구가 있다. 향후 바이오플라스틱 원료물질을 생산할 때 propionic acid의 양이 중요하기 때문에 약알칼리성을 유지할 필요가 있다. 이를 위해 슬래그를 수산화이온 공여체로 이용하여 실험을 진행하였다.

- H₂ 분압조절을 통한 혐기성 발효 산물 조성 조절

수소 분압 또한 혐기성 발효의 매우 중요한 조건이다. 유기성 폐자원의 혐기성 발효과정에서 수소는 매우 중요한 중

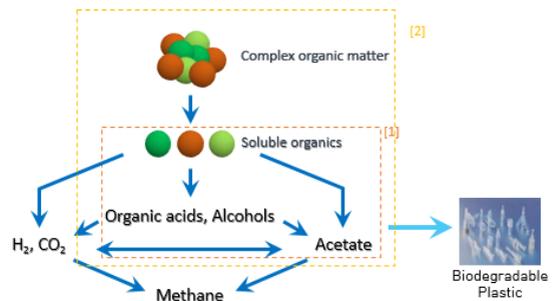
간생성물이자 최종생성물이다. Propionic acid와 메탄이 생성될 때는 소모되지만 butyric acid와 acetic acid가 생성될 때는 생성된다. 그러므로 수소 분압을 조절하는 것으로 반응의 방향을 조절할 수 있다.

- 혐기성 발효 산물을 이용한 생분해성 플라스틱 원료물질 생산 및 전 과정 평가(LCA)

생성된 혐기성 발효 산물 내 질소를 회수한 후 생분해성 플라스틱 축적 미생물인 *Cupriavidus necator*에 주입하여 PHA를 축적한다. 생성된 PHA의 물리화학적 특성을 측정하여 실제 활용가능성을 시험해본다. 또한 공정에 대해 전 과정평가를 하여 가장 합리적인 공정 조건을 제시한다.

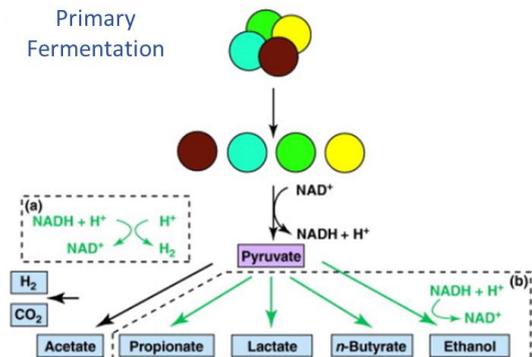
■ 기대효과

목표 발효 산물에 따라 최적의 pH와 수소 분압을 결정하여 발생량과 조성을 극대화한 공정을 설계할 수 있다. 또한 전 과정평가를 통해 경제적이고 환경영향을 최소화할 수 있는 운전 조건을 도출한다.



<유기성 폐자원의 혐기성 발효 및 생분해성 플라스틱 원료물질

생산과정>



<유기성 폐자원의 Primary fermentation 과정>

제강슬래그를 활용한 광산폐기물 중금속 안정화 기작 확인 및 재용출 가능성을 고려한 안정화 기술 개발

김상현

■ 연구배경

광산 주변에 적치된 광산폐기물은 일반적으로 다량의 중금속이 함유되어 있으며, 적절한 조치 없이 방치될 경우 주변 토양, 지하수로의 중금속 오염확산이 발생할 수 있다. 이러한 오염확산 방지를 위해 안정화 공법을 사용할 수 있으며, 제강슬래그 등 다양한 산업폐기물을 이용한 중금속 안정화에 관한 연구가 진행되고 있다. 특히 제강슬래그는 CaO와 Fe₂O₃를 다량 함유하여 중금속 침전 또는 흡착 기작을 통해 안정화 공법에 기여할 수 있다.

광산폐기물 적치장에 안정화 공법을 사용할 때에는 환경변화에 따른 중금속 재용출 가능성을 고려하여야 한다. 예를 들어, 적지량이 많아지면 적지장 하부는 외부 공기와 차단 되는데, 이 때 형성된 낮은 Eh는 Fe₂O₃의 reductive dissolution을 유발한다. 결과적으로 Fe₂O₃에 흡착되어 안정화되었던 중금속이 다시 용출되어 나올 수 있다. 따라서 광산폐기물 중금속 안정화 시에는 이러한 환경변화에 따른 재용출 가능성을 최소화하여야 하며, 이는 안정화 기작(침전 및 흡착)과 밀접한 연관이 있을 것으로 사료된다.

■ 연구목표

본 연구에서는 제강슬래그를 활용한 광산폐기물 중금속 안정화 효율과 그 기작에 대해 알아보고, 환경변화에 따른 재용출 가능성을 최소화할 수 있는 안정화 공법을 개발하고자 한다.

■ 연구내용

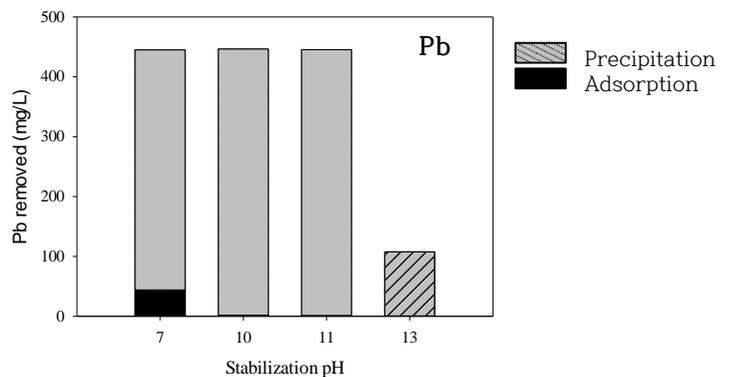
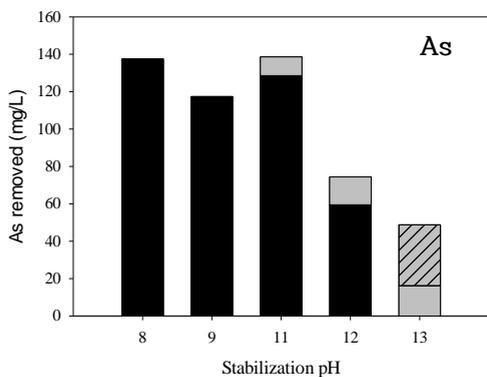
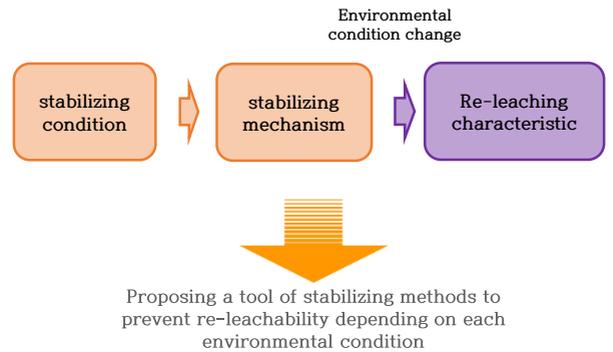
다양한 안정화 조건(제강슬래그 및 수분 처리량)에 따른 중금속 안정화 효율을 확인하고, 각 안정화 조건에서 우세하게 발생하는 안정화 기작을 확인한다. 각 안정화 조건에서 유도된 안정화 기작에 대해, 환경변화에 따른 재용출 특성을 확인한 후, 재용출 가능성이 최소화될 수 있는 안정화 조건을 도출한다.

■ 기대효과

본 연구에서 개발된 재용출 가능성을 고려한 안정화 공법은 광산폐기물 적치장의 중금속 정화를 위한 기술적 기반을 제공할 수 있다.

■ 관련 연구과제

슬래그 활용 광산폐기물 오염 중금속 안정화/고형화 기술 개발 및 통합환경안정성평가 기법확립 [한국연구재단 신진연구자지원사업]



<제강슬래그 사용 시 안정화 pH에 따른 중금속 안정화 기작 및 효율>

Ferrihydrite와의 공침을 통한 비소 오염토양의 안정화 및 생물학적 접근성 저감

박진희

■ 연구배경

오염 토양 내 중금속은 토양의 특성, 오염 이력 등에 따라 다양한 형태로 존재하며, 비소의 존재 형태에 따라 생물학적 접근성(Bioaccessibility)에서 큰 차이가 나타날 수 있다. 생물학적 접근성이란 중금속 오염 토양을 섭취하였을 때, 실제 체내로 흡수되는 중금속의 양을 평가하기 위한 개념으로서, 총 중금속 농도 대비 토양을 섭취하였을 때 실제 체내로 흡수되는 중금속의 양으로 표현될 수 있다. 인체의 위장 조건을 모사한 Solubility/Bioavailability Research Consortium (SBRC) 방법을 통해 비소 오염토양의 생물학적 접근성을 평가할 수 있다. 본 연구에서는 비소 오염 토양의 안정화 기작으로 ferrihydrite와 비소의 공침을 수행하고, SBRC test를 통해 생물학적 접근성을 평가하고자 한다.

■ 연구목표

Ferrihydrite와의 공침을 통한 비소 안정화를 수행하고, SBRC test를 통해 안정화 지표로서 생물학적 접근성을 평가하고자 한다.

■ 연구내용

- 중금속의 안정화

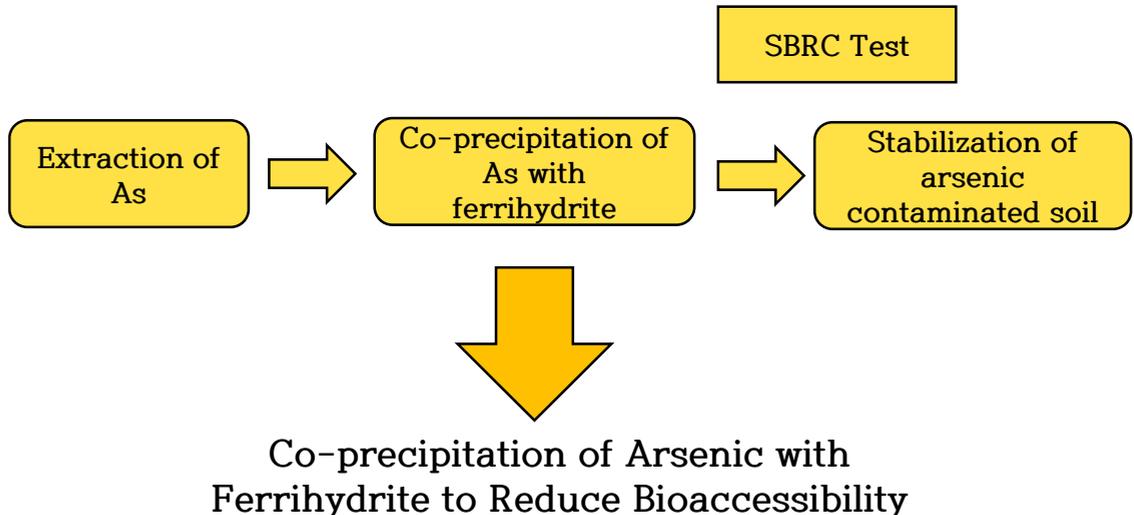
중금속 오염 확산을 방지하기 위해 안정화 기법을 사용하는 데, 이에 대한 검증방법으로 폐기물공정시험 기준에 따른 용출시험을 사용한다. 그러나 인체 위해도를 고려하기 위해서는 bioaccessibility에 대한 반영할 필요가 있다.

- Solubility/Bioavailability Research Consortium (SBRC)

인공 소화액을 이용해 인간의 위장 조건을 모사한 in vitro 방법이다. Gastric Phase 및 Gastro-Intestinal Phase의 상으로 소화 과정을 모사한 방법으로 추출할 수 있다.

■ 기대효과

Ferrihydrite와 비소의 공침 기작을 통한 비소 오염 토양의 안정화를 통해 비소의 생물학적 접근성을 낮출 수 있을 것으로 기대되며, 이를 인체 위해도 평가에 반영할 수 있다.



Biotic ligand model을 이용한 비소의 독성예측과 이를 이용한 토양 공극수 내 비소의 생태독성학적 허용농도 결정

안진성

■ 연구배경

특정 생물체에 동일한 독성영향을 나타내는 오염물질의 농도는 현장 특이적(site-specific)으로 다양하게 변화하는 환경인자(e.g., pH, 주요 양/음이온 농도, 용존유기탄소 농도)에 의해 큰 폭으로 변화하게 된다. 따라서 본 연구에서는 비소의 현장 특이적 독성발현농도를 예측하기 위해, 다양한 환경인자들이 비소의 독성에 미치는 영향을 합리적으로 반영할 수 있는 biotic ligand model (BLM)을 개발하고자 한다.

■ 연구목적

비소의 독성발현 농도(위해 농도)를 예측할 수 있는 기법과 이를 이용한 생태독성학적 허용농도 결정기술 개발을 목표로 한다.

■ 연구내용

- Biotic ligand model (BLM)을 이용한 비소의 위해 농도(독성) 예측

BLM은 수계에 존재하는 양이온 중금속들의 독성을 예측하기 위해 개발된 모형이다. 본 연구에서는 BLM의 개념을 토양 공극수로 확장하여, 공극수 중 비소의 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 비소의 독성이 저감되는 정도를 파악하고 이를 정량화 하여 BLM 모형에 반영한다. 또한 주요 양이온(Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+)에 의한 세포막 전위 변화 여부와 용존유기탄소(dissolved organic carbon)에 의한 착물 형성 및 경쟁 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 수행한다.

- BLM과 종 민감도 분포를 결합한 토양 공극수 내 비소의 생태독성학적 허용농도 결정

BLM은 생물종 특이적인(species-specific) 독성예측모형이다. 따라서 다양한 토양 서식 생물종들이 안전한 수준의 토양 공극수 허용농도(acceptable concentration)를 계산하기 위해서, 종 민감도 분포(species sensitivity distribution, SSD)

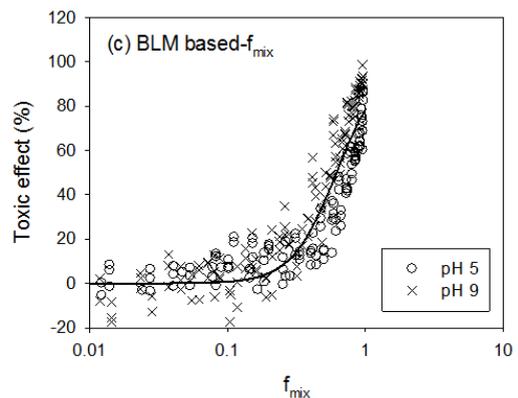
의 개념을 병합한다. BLM을 통해서 현장특이적인 환경인자들의 독성영향을 고려함과 동시에 SSD를 통해서 다양한 종들이 생태독성학적으로 안전한 수준의 토양 공극수 내 허용농도를 산정하고, 이를 이용하여 현장특이적인 위해 오염도 평가를 수행할 수 있다.

■ 기대효과

본 연구를 통해 기존의 확립화된 환경기준 적용체계를 보완하고자 한다. 위해 오염도를 기반으로 한 합리적 정확도 표 설정 및 현장특성을 고려한 최적정화기술 선정 등 보다 합리적이고 비용효율적인 중금속 오염토양 관리체계로의 전환이 가능할 것으로 기대된다.

■ 관련 연구과제

자연기원 음이온 오염물질의 원위치 위해농도 예측을 위한 BLM 개발 및 이를 활용한 생태 독성학적 환경허용농도 결정기술 개발에 관한 연구 [한국연구재단 중견연구자지원사업]



<BLM 개념을 이용한 비소의 독성예측 모형: pH가 비소의 독성에 미치는 영향 및 이의 예측>

산-염기 물질 유출 사고로 인한 토양의 물리화학적 특성 변화

전인형

■ 연구배경

화학물질 유통량의 증가와 함께, 화학물질 누출 사고가 국내에서 빈번하게 발생하고 있으며, 산-염기 물질 유출 사고는 그 중 절반 정도의 큰 비중을 차지한다. 강산이나 강염기 물질은 인체나 환경에 치명적인 영향을 미치는 급성유해성을 가지고 있으며 이외에도, 토양에 유입되면 점토광물이나 토양 유기물 등 토양구성물질과 반응하여 토양의 물리화학적 변화를 일으킨다. 현재의 위해성 평가로는 산-염기 유출 사고가 발생했을 때, 이들 물질의 고유한 유해성 이외에 토양 특성 변화에 의해 유발될 수 있는 생태학적 영향을 평가할 수 없다.

■ 연구목표

산-염기 물질 유출이 토양의 물리화학적 특성에 미치는 영향, 나아가 이에 따른 생태학적 영향을 파악한다.

■ 연구내용

- 산-염기 반응에 따른 토양 무기물의 변화

토양 무기물(clay)은 토양의 물리화학적 특성에 큰 영향을 준다. 단일 물질인 Kaolinite와 Montmorillonite를 산 혹은 염기와 반응시킨 후에 특성 변화를 관찰한다. 이 때 관찰할 특성으로는 Ka, surface site density, 작용기 비율 등이 있다.

- 산-염기 반응에 따른 토양 유기물의 변화

토양 유기물은 토양 무기물과 마찬가지로 토양의 물리화학

적 특성에 큰 영향을 준다. humic acid와 fulvic acid의 특성을 관찰한다. 이 때 관찰할 특성으로는 산-염기 특성, 작용기 비율 및 종류, 분자량 등이 있다.

- 산-염기 반응에 따른 토양 무기물-유기물 복합체의 변화

실제 토양은 무기물과 유기물이 혼합되어 있다. 토양 무기물 혹은 유기물의 단일 변화로 토양 전체의 물리화학적 특성 변화를 예측할 수 없으며, 이는 토양 무기물과 유기물의 상호 작용이 존재하기 때문이다. 앞서 사용한 토양 무기물과 유기물을 이용하여 토양 무기물-유기물 복합체를 만들어 같은 실험을 진행할 예정이다.

- 생태학적 영향 평가

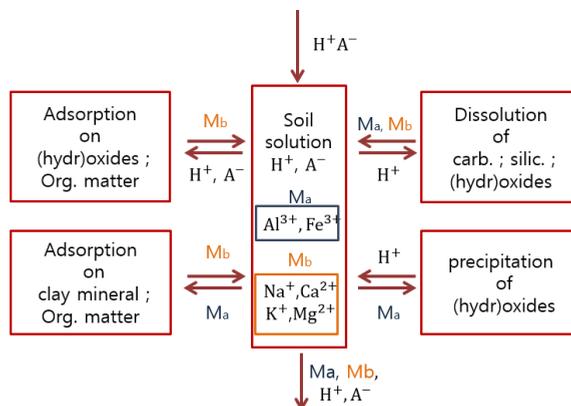
앞서 관찰한 토양의 물리화학적 특성 변화로 인한 생태학적 영향을 평가한다.

■ 기대효과

본 연구는 통해 산-염기 물질이 토양 특성 변화에 미치는 영향과 이에 따른 생태학적 영향을 파악할 수 있을 것으로 기대된다.

■ 관련 연구과제

화학사고로 인한 토양지하수오염 현장평가 모델 개발 [환경부 GAIA]



<Overview of process in soil reaction with acid >

갈바닉셀을 이용한 황철석 용해 촉진 및 이를 이용한 광산 폐기물 내 중금속 제거

주원정

■ 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 광산 폐기물이 무해화될 수 있다.

■ 연구목표

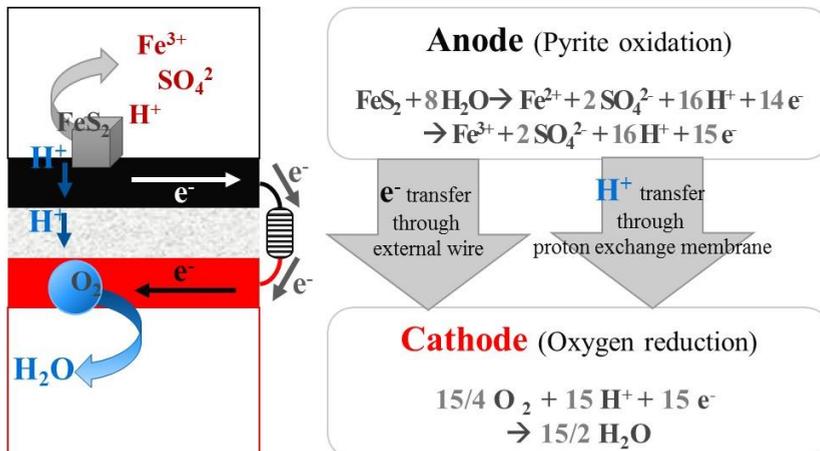
고농도로 중금속을 함유한 광산 폐기물의 무해화 및 전기 생산

■ 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 광산폐기물의 무해화 모니터링 용도로 사용할 수 있다. 또한 국내외 광산에 적치되어 있는 고농도로 중금속을 함유한 광산 폐기물의 무해화를 통해 전함량 농도 규제를 원칙으로 하는 토양환경보전법을 만족하면, 갱도 충전재로 활용하거나 오염토양의 정화 후 복토재 및 토양개량제로도 활용이 가능해 광산폐기물의 재활용 가능성을 증가시킬 수 있다.



<갈바닉 산화를 통한 광산폐기물 내 황철석의 용해>

미생물 매개 탄산칼슘 침전을 활용한 중금속 오염토양 유실 및 위해도 저감기술 개발

정현용

■ 연구배경

토양의 중금속 오염은 휴·폐광산, 산업시설 및 농경지 등 다양하고 광범위한 부지에서 발견된다. 적절한 조치가 취해지지 않은 중금속 오염부지는 중금속 오염토양의 유실로 인한 중금속 오염의 확산과 위해도 증대 위험에 노출되어 있지만, 제도적인 문제를 차치하더라도 적용할 수 있는 적절한 중금속 오염토양 유실 방지기술 또한 미비한 실정이다. 이에 토양자원과 생태 등을 고려한 친환경적인 중금속 오염토양 유실 방지기술의 개발이 필요하다.

■ 연구목표

미생물 매개 탄산칼슘 침전 기작을 활용하여 생태와 토양 재사용 등을 고려한 중금속 오염토양의 강우 및 바람으로 인한 유실을 저감하는 기술을 개발한다.

■ 연구내용

- 미생물 매개 탄산칼슘 침전(Microbially Induced Calcite Precipitation; MICP)을 활용한 중금속 오염토양 유실 방지 기술 개발

MICP는 미생물의 효소작용으로 촉진되는 토양 내 탄산칼슘 침전을 이용하여 토양 개량효과를 유도하는 기술이다. 본 연구에서는 탄산칼슘 침전으로 인한 토양입자의 응집효과를 이용하여 중금속 오염토양 유실을 방지하는 기술을 개발한다. 중금속 오염토양의 유실은 강우 및 바람으로 인한 토양 침식에 의해 발생하며 따라서 기술 적용을 통해 강우 및 바람에 대한 저항성을 높이는 것을 목표로 한다.

- 미생물 매개 탄산칼 침전기술의 효율성 향상 방안 연구

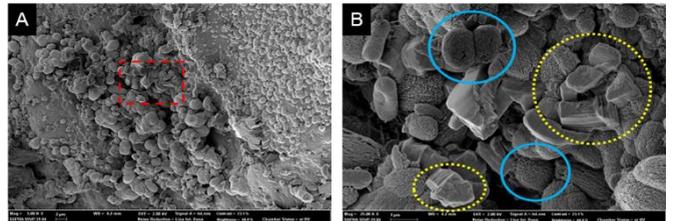
미생물 매개 탄산칼슘 침전 기술은 효소작용을 위한 미생물을 배양하여 토양에 주입하거나 토착미생물의 활동을 촉진하는 방법으로 적용되지만, 미생물을 배양하여 주입하는 것이 효율성이 높은 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 미생물 배양 및 주입과 주입 미생물의 토양 내에서의 활동을 높이기 위한 목적으로, 효소활성을 높이기 위한 미생물 배양조건 연구, 토양에의 미생물 부착 정도를 높이기 위한 연구 등을 수행한다.

■ 기대효과

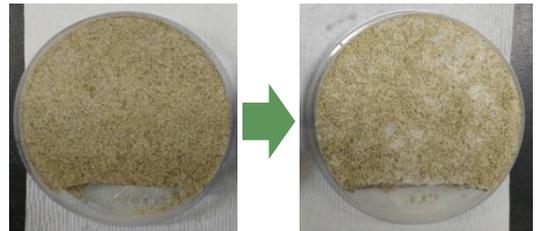
본 연구를 통해 친환경적인 중금속 오염토양 유실 방지기술을 개발하며, 본 기술의 사용을 통해 친환경적이고 경제적인 방법으로 중금속 오염토양의 유실을 방지할 수 있을 것으로 기대된다. 중금속 오염확산을 방지하는 것을 통해 부지 위해도를 효과적으로 관리할 수 있을 것이다.

■ 관련 연구과제

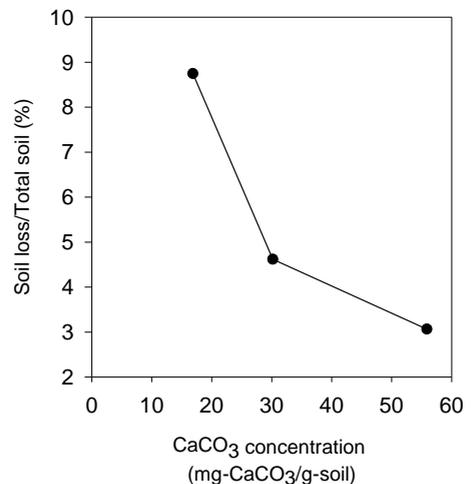
미생물 매개 탄산칼슘 침전을 활용한 중금속 오염토양 유실 방지기술 개발 [환경부 GAIA]



<MICP 적용으로 인한 sand 표면 침전물 형성>



<MICP 적용에 따른 표면 변화>



<CaCO₃ 침전량 증가에 따른 토양유실률 감소>

한강 수계에서의 현장 특이적 중금속 허용농도 결정을 위한 fixed monitoring benchmarks 와 독성영향인자 시계열 데이터의 활용

정부윤

■ 연구배경

중금속의 독성은 수계 및 토양 등 환경매질의 특성에 따라 크게 변화하게 되는데 동일한 양의 중금속이 환경매질에 존재 하더라도 환경 조건에 따라서 생물에 미치는 독성은 변화한다. 한편 이러한 환경매질의 특성은 온도, 강수량 등의 요인에 의해 시간에 따른 변화 양상을 보이는데, 이러한 변화하는 환경인자를 반영하고 그에 따른 환경허용농도를 결정하기 위한 방안이 마련되어야 한다. 기존의 수계 오염 물질 규제 농도 또는 환경허용농도는 이러한 시간에 따라 변화하는 요소들을 반영하지 못하여 한계가 있다. 따라서 시간에 따라 변화하는 pH, DOC, 양이온 농도 등을 고려하여 기준이 될 수 있는 하나의 환경 허용농도를 산출 하고자 하며 국내에서는 한강 수계에 대해 적용하여 한강의 유역 별 환경허용농도가 어떻게 달라지는지 확인 하고자 한다.

■ 연구목표

물환경측정망 데이터를 활용하여 한강 수계에서 시간에 따라 환경인자들을 파악하고 이를 반영하여 해당 유역에서 기준이 되는 환경허용농도를 결정하는 것을 목표로 한다.

■ 연구내용

- Biotic ligand model (BLM)과 시간에 따라 변화하는 환경 인자들을 이용한 50% effective concentration (EC50) 결정

BLM은 수계 중금속의 독성을 예측하기 위해 개발된 모형이다. 생물체의 활성 결합 부위인 biotic ligand (BL)에 자유 중금속 이온이 결합하여 독성을 발현한다고 가정하는데 수계에 존재하는 양이온으로 인한 경쟁 효과 때문에 BL에서의 자유 중금속 이온 결합이 저해된다고 가정한다. BLM을 이용하여 생물 종의 50%에 영향을 끼치는 중금속 농도인 50% effective concentration (EC50)을 도출 할 수 있고 독성 영향을 평가할 때 이 EC50 값이 하나의 지표가 될 수 있다. EC50을 산출 할 때 수계의 환경 인자들이 반영이 되고 pH, DOC, 양이온 농도와 같은 인자들의 영향으로 EC50 값이 결정된다. 하지만 EC50 값을 결정하는 이러한 인자들은 시간에 따라서 변화하게 되고 그렇기 때문에 산출된 EC50 값들 역시 시간에 따라 조금씩 차이를 보이기 때문에 환경 허용농도를 결정 할 때 여러 EC50 값들 중 어떤 값을 선택 하는 것이 합리적인지에 고민 해야 한다.

- FMB를 통한 환경허용농도 값 도출

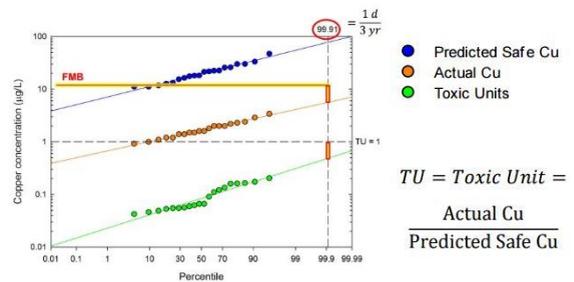
따라서 [1]에서 제시한 기존 BLM의 한계를 보완하기 위해 Fixed monitoring benchmarks (FMB)라는 기법이 제시 된 바 있고, 시간에 따라 변화하는 BLM 산출 값들 중 3년에 1번 이라는 USEPA 빈도를 준수 하는 범위 내에서 하나의 기준 값을 정하고자 한다. FMB는 현장수의 중금속 농도와 BLM 을 통해 계산 한 허용농도의 비를 독성단위(Toxic unit) 값 의 분포로 나타내며, 수계 중금속의 농도가 허용 빈도 기준 인 3년에 1번을 초과하지 않을 확률을 고려하여 환경 허용 농도를 계산한다.

■ 기대효과

본 연구를 통해 시간에 따라 변화하는 환경인자들의 영향을 고려한 중금속의 독성을 예측하고 이를 반영한 수계 중금속의 환경허용 농도를 결정할 수 있을 것으로 기대된다.

■ 관련 연구과제

자연기원 음이온 오염물질의 원위치 위해농도 예측을 위한 biotic ligand model 개발 및 이를 활용한 생태 독성학적 환경허용농도 결정기술 개발에 관한 연구 [한국연구재단 중견연구자지원사업]



<BLM을 통해 예측된 구리 농도와 실제 구리농도를 이용한 FMB 값의 결정>

입학생 & 졸업생

입학생



전인형
석사과정 입학
(2017년 3월)
서울대학교
건설환경공학부 공학사



박진희
석사과정 입학
(2017년 9월)
이화여자대학교
환경공학과 공학사

졸업생



정부운
석사 졸업
(2018년 2월)
'수계에서의 현장 특이적 구
리 허용농도 결정을 위한
fixed monitoring benchmarks
와 독성영향인자 시계열 데
이터 활용 기법에 관한 연구.'

구성원 현황 (2018년 1월)

■ 연구원



석사 정부윤
 서울대학교 환경정화기술 및
 위해성평가연구센터 연구원
 bjeong6@snu.ac.kr

■ 박사과정 재학생



안진성
 토양 공극수 내 음이온오염물질의
 현장특이적 위해 오염도 평가
 기술 개발
 an0331@snu.ac.kr



김문경
 농업부산물을 이용한 고부가가치
 바이오플라스틱 원료물질 생산
 기술 개발
 strikinggirl@snu.ac.kr



신유나 (파트)
 한강수계 토지이용용도에 따른
 부착돌말의 최적 서식환경도출
 및 생태하천복원기술로서의
 활용방안
 marianshin@korea.kr

석박통합과정 재학생



남택우

성·복토재로 재사용되는 철강 슬래그의 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



정현용

미생물 매개 탄산칼슘 침전을 활용한 중금속 오염토양 유실 및 위해도 저감기술 개발

jhy911229@snu.ac.kr



김상현

제강슬래그를 활용한 광산폐기물 중금속 안정화 기작 규명 및 재용출가능성을 고려한 안정화 공법 개발

shk0311@snu.ac.kr



김병철

유기성 폐자원 혐기성 발효 모델링 및 발효 산물을 이용한 생분해성 플라스틱 원료물질 생산

feglass@snu.ac.kr

석사과정 재학생



양우진

오염기간에 따른 비소의 존재 형태와 식물독성 변화

diewasdf@snu.ac.kr



전인형

Surface complexation modeling을 활용한 산염기 유출 토양의 표면 특성 예측 및 위해도 기반 오염 부지 관리 방안으로의 적용성 평가

junih1014@snu.ac.kr



박진희

Undefined BARGE (UBM)을 이용한 비소의 생물학적 접근성 평가방법에 대한 연구

99681005@snu.ac.kr

[특집] 전인형을 소개합니다

■ 신입생 공식질문

Q. 왜 대학원 진학을 결심하게 됐나요?

저는 배움을 좋아합니다. 꼭 학문에 한정된 것이 아니고 새롭게 배우는 것이면 거의 뭐든지 좋아해요. 배움에 관심을 가지다 보니 단순히 기존에 알려져 있는 지식을 얻는 수준의 배움을 넘어 새로운 현상을 관찰하는 연구에 까지 관심이 생겼고, 결국 대학원에 진학하게 되었습니다.

Q. 언제 행복을 느껴요?

계획한대로 하루를 알차게 보낼 때 가장 큰 행복을 느끼는 것 같아요. 워낙 생활 자체에 변수가 많다 보니, 계획한대로 하루를 보내기가 어렵더라고요. 밤에 운동할 계획을 세웠는데 실험이 너무 오래 걸려서 못 가고.. 이리다 보니 하루를 계획한대로 보내면 가장 행복한 것 같아요 ☺

Q. 대학원 학위기간동안 꼭 이루고 싶은 것이 있다면?

대학원생은 정해진 일정을 따르는 학부생과 다르게 보다 많은 자유가 주어지며 그로 인한 책임도 크다고 생각해요. 나중에 대학원 생활을 뒤돌아봤을 때 후회하지 않도록 성실하게 연구실 생활을 하는 것이 제가 이루고 싶은 목표입니다.

■ 인형이가 궁금해!

Q. 자신을 나타내는 키워드가 있나요?

저를 가장 잘 나타내는 키워드는 배움입니다. 배움은 저를 꾸준히 성장시키며, 배움을 통해 저는 더 넓은 시각으로 제 자신의 세계를 넓혀가고 있습니다. 배움을 좋아해서 대학원에 진학하기도 했지만, 여기서 말하는 배움은 꼭 학문적 배움만을 포함하는 것은 아닙니다. 저는 인간 자체에도 관심이 많아요.

처음부터 인간에 대해서 관심을 가지진 않았고, 시작은 저에 대한 관심에서 시작된 것 같아요. '제가 어떤 사람인지, 어떤 행동을 하는 이유는 무엇일지' 이런 것들을 깊게 생각하다 보니, 자연스럽게 인간에게 관심이 생기더라고요. 인간 본성에 대한 책도 읽고 친구들이랑 이야기도 해볼수록 더 많은 것들을 알게 되지만, 아직도 모르는 것들이 너무 많은 것 같네요 ㅠ.ㅠ. 하지만 자신의 존재에 대한 끝없는 고찰로 분명 '나' 를 알게 될 것이라고 믿습니다 ☺

Q. 올 한 해 가장 기억에 남는 활동이 있나요?

올해 가장 기억에 남는 활동을 뽑으면 '너의 목소리가 들려' 라는 뮤지컬 공연이 떠오르네요. 사회적 약자에 대한 관심이 늘어나면서 정기적으로 그들과 함께 하는 활동을 해보고 싶었는데 운 좋게 '너의 목소리가 들려'에 참여하게 되었습니다. '너의 목소리가 들려' 는 서울대학교 글로벌사회공헌단에서 기획한 시각장애인인과 함께 하는 뮤지컬입니다. 비록 그들은 눈이 보이지 않지만, 감정을 전달하는 능력은 비시각장애인에 비해 월등히 뛰어났으며, 그들의 열정과 의지는 저에게 큰 울림으로 다가왔습니다. 깜깜하게 암전된 무대에서 저희는 오직 목소리만으로 뮤지컬 무대를 완성했고, 무대 내내 저는 시각장애인인과 비시각장애인의 구분 자체가 사라지는 잊지 못할 경험을 할 수 있었습니다.



뮤지컬 '너의 목소리가 들려' 포스터



2017년 8월 뮤지컬 공연 연습중

[특집] 박진희를 소개합니다

■ 신입생 공식질문

Q. 왜 대학원 진학을 결심하게 됐나요?

학부를 졸업할 시기가 되니 아쉬움이 컸어요. 제 전공분야를 더 배우고, 알아가고 싶었죠. 1-2학년 때는 교양과목이나 개론 위주로 수업이 진행되니까 깊이가 부족했고, 학년이 올라가 전공에 대해서 본격적으로 배워간다는 생각이 들었을 때 졸업이 가까워지고 있었어요. 환경 공학의 범주 안에는 정말 다양한 세부분야가 존재하는데, 학부과정에서는 입문 수준으로만 접하게 되니까 더 전문적인 내용을 배우고 싶다는 생각이 들었어요. 대학원을 다니면서 토양환경연구실 연구원 일을 병행하면 이론과 실무적인 부분을 동시에 경험할 수 있겠구나 하는 기대도 있었습니니다.

Q. 언제 행복을 느껴요?

하루 일과를 마무리하고 잠자리에 누웠을 때요. 하루의 피로가 물려오면서도 하루를 잘 마무리했다는 안도감이 들면서 마음이 편안해지기 때문이에요. 다음날이 특히 주말이면 두 배 더 행복하답니다.

Q. 대학원 학위기간 동안 꼭 이루고 싶은 것이 있다면?

시간을 효율적으로 활용하는 사람이 되고 싶어요. 학교에서 보내는 시간이 많은데 '해야 할 일'에만 집중하다 보니, 일상이 단조로워지더라고요. 나 자신을 돌아보거나 취미 생활할 여유가 아직은 없어요. 우선은 대학원 적응이 먼저겠고, 말은 뭇을 잘 해내는 노련함이 생겨야겠죠. 조금 더 여유가 생기면 주어진 시간을 다채롭게 활용하고 싶네요. 스포츠라던가 악기연습 같은 자기계발 시간도 가질 수 있으면 더 할 나위 없이 좋을 것 같아요.

■ 진희가 궁금해!

Q. 주말엔 어떻게 시간을 보내나요?

여유가 되면 영화를 보러 나가요. '영화관에서' 영화 보는 걸 좋아하거든요. TV나 컴퓨터로도 영화를 볼 수는 있지만, 저는 영화관이라는 공간이 주는 느낌이 더 좋아요. 영화가 시작되면 조명이 꺼지고 관객들은 약속이라도 한 것처럼 모두 고요해지죠. 영화가 시작되면 고민이나 잡념을 잊고 오롯이 하나의 스크린에만 집중하게 되니까 좋더라

구요. 더불어 재미와 감동을 느끼면서 스트레스 해소도 된답니다. 그리고 미술관에 가는 것도 정말 좋아해요. 미술을 공부하거나 잘 알아서 좋아하는 건 아니지만 원래부터 미술관에 가는 걸 좋아했고, 학부 때 교양 수업으로 미술 관련 수업들을 들으면서 더 관심을 갖게 된 것 같아요. 관심있는 전시가 열리면 시간을 내서 꼭 가려고 하는 편이에요. 영화는 가만히 앉아서 보면 되지만 미술관은 넓고 오래 서 있어야해서 생각보다 체력소모가 크답니다. 그래도 영화관과 미술관을 다니면서 스트레스를 풀 수 있어서 정말 좋아요.

Q. 앞으로 배우고 싶은 취미는?

어렸을 때부터 피아노를 배운 경험이 있고, 학부 때도 잠깐 피아노를 배운 적이 있어요. 그런데 꾸준히 연습한 게 아니다 보니 취미로 연주할 정도의 실력은 아니라 늘 아쉬운 마음이 들어요. 연구실 동 휴게실에 피아노가 있길래 가끔 가서 몰래 연습해보곤 하는데, 그럴 때마다 능숙하게 잘하진 못해도 오랜만에 피아노를 연주하는게 즐겁고 좋았어요. 시간이 될 때마다 가끔씩 가서 한 두 곡 정도는 완벽하게 연주할 수 있게 되면 좋을 것 같아요.



2017년 12월 뮤지컬 영화를 보고

가족 & 졸업생

가족



Dr. 김영진
삼성물산 건설부문
영업팀 인프라영업그룹
책임
yj777.kim@samsung.com



Dr. 조은혜
한국외국어대학교
환경학과
조교수
ehjho@hufs.ac.kr



장석재
경희대학교
치의과전문대학
guess216@snu.ac.kr

졸업생



이승룡 (06년 석사)
BRICKS
HkChina 영업팀 및 인사관리팀
astrana@empal.com



류혜림 (10년 박사)
삼성물산 건설부문
인프라사업부
책임
hr.ryu@samsung.com



박주영 (06년 석사)
고려대학교
에너지환경정책기술대학원
조교수
jy.park@uniandes.edu.co



신도연 (10년 박사)
한국지질자원연구원
광물자원연구본부
선임연구원
doyun12@kigam.re.kr



정재웅 (06년 석사, 14년 박사)
안정성평가연구소
경남환경독성본부미래환경연구센터
선임연구원
newsted1@snu.ac.kr



이병선 (13년 박사)
한국농어촌공사 농어촌연구원
수자원환경연구실
주임연구원
byungsun94@ekr.or.kr



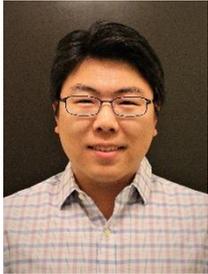
정재식 (09년 석사)
한국과학기술연구원
물 자원순환연구단
연구원
j.chung@ufl.edu



성동엽 (07년 석사)
University of Texas at Austin
School of Law
법학박사과정
dysung513@gmail.com



이규연 (10년 석사)
서울대학교
환경대학원
박사과정
dakguang@snu.ac.kr



한준경 (07년 석사)
University of Texas at Austin
박사과정
han.joon.kyoung@gmail.com



이승배 (11년 석사)
국가과학기술인력개발원
인재개발연수부
sblee@kird.re.kr



이승환 (08년 석사)
유라이크 코리아
영업부
이사
lee_seunghwan@naver.com



양경 (15년 박사)
한국환경정책평가연구원
환경평가본부
부연구원
kyang@kei.re.kr



최용주 (08년 석사)
서울대학교
건설환경공학부
조교수
ychoi81@snu.ac.kr



안진성 (11년 석사)
서울대학교
건설환경공학부
박사과정
an0331@snu.ac.kr



정슬기 (14년 박사)
한국기초과학지원연구원
서울센터 환경대응연구팀
선임연구원
sjeong85@kbsi.re.kr



박인선 (13년 석사)
한국환경공단
기후변화대응처지자제온실가스팀
insuni1205@keco.or.kr



임상순 (13년 석사)
현대건설 연구개발본부
기술사업실 환경기술사업팀
대리
iss119@hdec.co.kr



정보영 (14년 석사)
Georgia Institute of Technology
박사과정
byeong@gatech.edu



임진우 (14년 석사)
University of Southern
California
박사과정
dlawlsdn@snu.ac.kr



김문경 (14년 석사)
서울대학교
건설환경공학부
박사과정
strikingirl@snu.ac.kr



이호섭 (15년 석사)
한국기초과학지원연구원
서울센터 환경대응연구팀
전문연구요원
hsl08@kbsi.re.kr



안준모 (15년 석사)
University of Arizona
박사과정
jmahn87@email.arizona.edu



유기현 (16년 석사)
오이코스
환경연구소
전문연구요원
gihyeon007@snu.ac.kr



정부운 (18년 석사)
서울대학교 환경정화기술 및
위해성평가연구센터
연구원
byeong6@snu.ac.kr



Memories

.....

여름-ACS 학회를 다녀오며... • 38

가을-한국지하수토양환경학회 추계학술대회를 다녀오기 까지 • 39

봄-독일, 오스트리아 해외연수 • 40

여름- ACS 학회를 다녀오며...

토양환경실험실에서는 2017년 8월 20일부터 24일까지 American Chemical Society(이하 ACS) 학회에 참석하였습니다. Washington D.C. 에서 진행되었고 워낙 세션이 다양하고 발표 수가 많아서 같은 시간에 동시에 다른 호텔에서 발표가 있었습니다. 학회가 시작되기 하루 전에 미리 도착해서 학회장에 가는 길과 각자 발표할 학회장 conference room을 확인했습니다. 학회 하루 전부터 포스터를 들고 다니는 사람들이나 곳곳에 붙여져 있는 ACS 홍보 팸플릿 등을 보면서 놀랍기도 했습니다. 또한 학회를 난생 처음 가본 저로서는 생각보다 굉장히 큰 규모와 사람들 수에 압도되는 느낌을 받았습니다.

다음 날 아침부터 학회가 시작되었고 토양환경실험실 연구원 중 첫 발표는 병철이의 발표였습니다. 발표에 앞서 아침 일찍 교수님과 만나 뵙고 학회장으로 가서 발표를 했습니다. 병철이는 혐기성 소화와 관련한 구두 발표를 진행하였고 발표는 질의 응답 후에 좋은 코멘트를 들으면서 마무리 되었습니다. 이 날 학회에 참석하신 한준경 선배님과 함께 맛있는 점심을 먹었습니다.

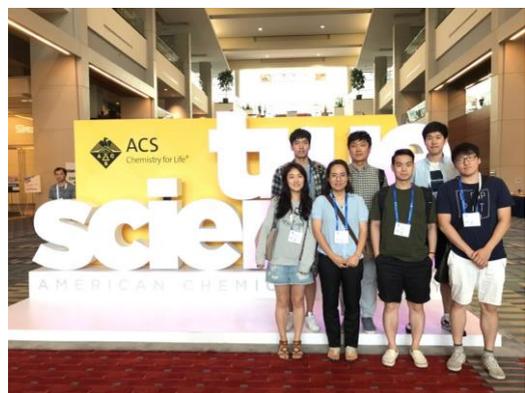
각자 듣고 싶은 발표가 다르기 때문에 학회 기간 동안에는 시간을 정하고 듣고 싶은 발표를 들은 후에 모이도록 하였습니다. 제가 들은 강의는 기후변화 특별 세션이었는데 다른 발표와는 달리 일반적인 지식을 전달해주는 세션이었습니다. 실험을 설계하는 다양한 시각에 대해서 들을 수 있는 유익한 시간이었습니다.

다음 날부터는 하루에 한 명 혹은 두 명씩 발표가 있었으며 Inorganic chemistry, green chemistry, food chemistry 등 다양한 세션에서 토양환경실험실 연구원들은 구두 발표 혹은 포스터를 발표했습니다. 저는 작년 인턴을 하면서 현용이 형과 함께 연구했던 MICP 관련된 포스터로 발표하였습니다.

이번 학회에서 가장 의미 있었던 일은 저와 연구 주제가 많이 비슷한 다른 연구자를 만난 것입니다. 신기하게도 이 분 또한 한국인이고 석사 과정생이어서 많은 부분을 공감하면서도 많은 이야기를 나눌 수 있었습니다. 산-염기 특성을 관찰하는 이 분은 자동적정기를 사용하여 분석한 natural organic matter의 특성에 대하여 발표했습니다. 저는 산-염기 유출 사고로 인한 토양의 특성 변화를 살펴보는 실험을 하는 중이었으며 그 중 특히 산-염기 특성에 관심이 많았기 때문에 궁금한 것들을 많이 여쭙볼 수 있었고 이를 통해 많이 배울 수 있었습니다.

이번 학회에서 여러 연구원들이 자신들의 주제를 자신감 있게 발표하는 모습을 보고 다양한 감정을 느꼈던 것 같습니다. '자신의 연구에 어느 정도 자신이 있어야 저 정도 자신감이 나올 수 있을까'라고 생각하며 그들이 놀라웠습니다. 언젠가 저 위치에서 발표를 할 저를 상상하니 떨렸지만, 저는 열심히 최선을 다해서 부끄럼 없는 발표를 하고 싶습니다.

전인형(석사과정 2학기)



가을- 한국지하수토양환경학회 추계학술대회를 다녀오기까지

2017년 8월 여름에 학부를 졸업하고, 토양환경연구실 석사과정으로 입학하게 되면서 새로운 생활을 시작하게 되었습니다. 학부 졸업식을 마치고 얼마 지나지 않아서 바로 연구실에 다니게 되어 잘 적응할 수 있을지 걱정을 많이 했는데 연구실 사람들이 워낙 좋고 잘 적응할 수 있도록 도와주었기 때문에 생각보다 빨리 잘 적응할 수 있었습니다. 그리고 입학 후 약 두 달 간 연구실 사람들과 총 3번의 출장을 다녀왔는데, 현장시료 채취를 위해 대전과 장항, 그리고 제주도에서 열린 한국지하수토양환경학회 추계 학술대회를 통해서 우리 연구실에서 어떤 연구와 일을 하고 있는지 빨리 파악할 수 있어서 많은 도움이 되었습니다.

특히 한국지하수토양환경학회 추계학술대회를 기점으로 우리 연구실 선배들이 하고 있는 연구에 대한 내용에 대해 좀 더 자세히 알 수 있었고, 선배들의 발표를 보면서 내가 어떤 주제에 더 관심이 가는 지 생각해보게 되었습니다. 평소에 연구실 선배들이 하는 실험을 보면서 주제에 대해 익히는 것도 많은 도움이 되었지만, 학회 발표를 통해 다양한 주제에 대한 연구내용을 접할 수 있었습니다.

첫 날 포스터 발표가 끝나고, 두 번째 날에는 세션 별로 발표를 듣게 되었습니다. 학부 때도 학회나 포럼에 참석한 적이 있었지만 그 때는 좀 더 가벼운 마음으로 참석했던 반면에 석사생으로서 학회에 참석하고 보니 나도 언젠가는 저렇게 발표를 해야 할 수도 있다는 생각에 좀 더 부담감을 갖고 경청했던 것 같습니다. 무엇보다 이런 학회에 참석한 경험이 많음에도 불구하고 차례 직전까지 발표를 연습하고 준비하는 선배들을 보면서 나도 내 연구를 하게 되면 열정을 가지고 임해야겠다는 생각을 하게 되었습니다.

학회 일정이 빠듯하여 제주도에 특별한 여유 시간을 갖지는 못했지만 사람들과 함께 소소하지만 친밀하고 즐거운 시간을 보낼 수 있어 즐거웠습니다. 직접 말한 적은 없지만 내가 잘 적응할 수 있도록 항상 신경써주는 연구실 사람들에게 고맙다는 말을 전하고 싶고, 앞으로 남은 기간 동안도 더 열심히 생활하고 준비하여 석사 생활을 잘 마무리하고 싶습니다.

- 박진희(석사과정 1학기)



봄- 독일, 오스트리아 해외연수

2017년 2월 7일부터 15일까지 약 1주일간 독일과 오스트리아로 해외연수를 다녀왔습니다. 공식적으로 방문한 일정은 다음과 같았습니다. 차례대로 매립지로 사용되다가 지금은 쓰레기 재활용, 소각, 바이오가스 생산, 열병합 발전 등으로 활용되는 Deponie park, 쓰레기매립장으로 운영되다가 최종복토 후에는 매립가스 생산 및 태양광 발전을 통한 열 및 전기를 생산하며 공원으로 이용되고 있는 Stadtwerke Dreieich GmbH, 대표적인 에너지 자급마을로 유명하며, 가축분뇨 및 농업부산물을 이용한 바이오가스 발전을 하여 마을 전체에 에너지를 공급하는 운데마을, 하수 처리의 목적 뿐만 아니라, 생성되는 부산물을 혐기성 소화의 기질로 이용하여 에너지를 생산하는 Strass 하수처리장, 쓰레기 소각열을 이용하여 5만 가구에 난방과 온수를 공급하며, 자연친화적이고 예술적인 색채와 디자인으로 세계적인 관광명소로 각광받고 있는 파페나우 소각장을 방문하였습니다.

공식 일정들을 소화하면서 독일과 오스트리아의 친환경 에너지 정책과 환경 관련 단체나 회사에 종사해서 하는 일 등에 대한 정보를 많이 얻을 수 있었습니다. 하지만, 실제로 공식방문을 할 때보다 주민들

의 실생활, 에너지에 대한 의식, 일반 도로 광경 등에서 두 선진국의 환경에 대한 관심이 더 강하게 느껴졌습니다. 낮 시간 동안 일과 중에 형광등을 최대한 아끼는 등 전기 절약 정신이 투철했고, 독일의 연중 일조량이 우리나라보다 훨씬 적은데 도시 내 뿐만 아니라 고속도로에서도 태양광 패널이 설치되어 있는 모습을 쉽게 볼 수 있었습니다. 또한 운데마을을 방문하면서 주민들의 적극적인 참여로 마을에 바이오가스 시설들이 설치되고 전기를 생산하는 모습을 보면서, 주민들의 의식이 깨어있다는 생각이 들어 인상 깊었습니다. 이렇게 환경 선진국으로 알려져 있는 독일과 풍부하고 깨끗한 수자원을 가지고 있는 오스트리아에 다녀온 것은 환경공학도로서 보다 더 넓은 시야를 갖는 데에 큰 도움이 되었습니다.

-김병철(석·박통합과정 6학기)



Photo Album

.....



1월 6일, 2017년 맞이 환경공학연구소 신년하례식



2월 7일 ~ 2월 15일, 김문경, 김병철 독일 해외연수



2월 17일, 게임장





3월 13일, 봄학기 개강회식



3월 13일, 임진우 송별회



4월 22일, 안진성, 주원정 결혼식





4월 28일, 응용생태공학회 학술발표 대회



5월 14일, 정슬기 결혼식

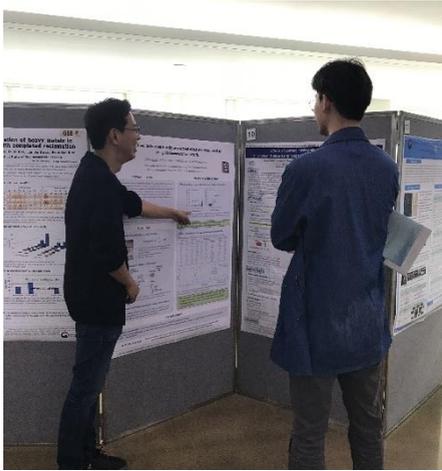


5월 18일, 35동 옥상녹화





5월 18일 ~ 5월 19일, 지하수토양오염 춘계 학술대회



5월 26일, 스승의 날 행사



7월 9일, 남경필 교수님 생신





8월 20일~ 8월 24일, ACS 참석



8월 28일, 정재웅 송별식



9월 22일, 건설환경공학부 체육대회





9월 29일, 추석 전 연구실 파티



10월 19일 ~ 10월 20일, 지하수토양오염 추계 학술대회



기타 연구실 사진





오전 10:23

토양환경연구실 여러분, 2017년도 어떻게 보내셨나요?



김문경

매번 annual report를 계기로 지난 시간들을 되돌아보게 되네요. 참 감사한 일입니다 ☺ 2017년은 개인적으로는 크고 작은 일이 많았던 한 해였는데, 힘이 들 때마다 손을 잡아주고 의지할 수 있도록 제 곁을 지켜준 가족과 가족 같은 연구실 친구들의 존재로 가슴이 참 따뜻했습니다. 따스함과 고마움을 더 크게 베풀 수 있는 2018년이 되었으면 좋겠어요♥

오전 10:50



김상현

1년 동안 모두 고생 많으셨습니다. 남은 2017년 아프지 말고 따뜻하게 잘 마무리하시고, 2018년 새해도 모두 즐거운 마음으로 맞이했으면 좋겠습니다.



김병철

올해도 정말 많은 일이 있었습니다. 무엇보다 모호했던 연구 방향이 어느정도 구체화되어 바쁘기도 했지만 감사했던 한해였습니다!



정현용

올해는 뭔가를 많이 한 것 같으면서도 뭘했는지는 또 잘 모르겠는 한해였던 것 같습니다. 남은 기간을 잘 보내서 좋은 결실이 있으면 좋겠습니다.

오후 2:42



박진희

대학원에 입학하고 정말 시간이 빠르게 흘러간 것 같아요. 다들 한 학기 마무리 잘 하시고 즐거운 연말 보내셨으면 좋겠어요.

(뒷면에 이어집니다)



전인형

대학원생이 되면서 자신의 행동에 더 책임감을 느끼게 되었던 한 해였던 것 같습니다. 정말 좋은 사람들과 함께 행복한 대학원 생활을 시작할 수 있어서 영광이었습니다. 다음 한 해도 잘 부탁드립니다 ☺



안진성

작년보다는 올해가, 올해보다는 내년이, 더 건강하고 행복하길 바랍니다!



정부운

작년 Annual report 를 받는지 얼마 안된거 같은데 벌써 2017년이 끝나가네요. 개인적으로는 석사 마지막 학기라 정신이 없고 심란했는데 곁에서 잘 이겨낼 수 있도록 도와주신 연구실 식구들에게도 무한 감사드립니다. 한 해 동안 모두 고생 많으셨고, 2018년에도 행복한 일만 가득 하기를 바랍니다!

오후 2:39



모두 2017년 동안 수고하셨습니다! 🍷

2018년에도 칭찬받는 토양환경연구실, 매력적인 토양환경연구실, 즐겁고 건강한 토양환경연구실, 겸손한 토양환경연구실 되도록 해요!

Happy New Year 🍷

오후 3:46