

# Soil Quality Laboratory

Department of Civil and Environmental Engineering, Seoul National University

## Annual Report 2016



[특집]장석재를 소개합니다 40

[특집]정부윤을 소개합니다 41

Coverstory 50

Marshall

Foreword from Professor Nam	3
Highlights 2016	4
Achievements	7
Research Activity	21
People	35
Memoirs	47
Photo Album	57



## “和光同塵”

화광동진(和光同塵)이란 자기의 지혜와 덕을 밖으로 드러내지 않고 속인과 어울려 지내면서 참된 자아를 보여준다는 뜻으로, 《노자》 도덕경 제56장에 나오는 말이라고 합니다.

“아는 사람은 말하지 않고, 말하는 사람은 알지 못한다. 그 이목구비를 막고 그 문을 닫아서, 날카로운 기운을 꺾고, 혼란함을 풀고, '지혜의 빛을 늦추고[和其光]', '속세의 티끌과 함께하니[同其塵]', 이것을 현동(玄同)이라고 말한다”

올해 초 和光同塵이란 말을 접하고 당시의 생각과 지금이 딱 맞아 떨어지지 않는 것지만, 그래도 여러 가지로 마음에 많이 와 닿는 게 있었습니다. 과연 우리가 그렇게 많이 누그러뜨릴 빛을 가지고 있는지부터 어쨌든 그렇게 보일 수도 있겠다는 생각과 그럼으로 인해 괜한 오해를 받은 적은 없었는지 하는 부질없는 생각까지...

올 한해도 언제나 그랬듯이 우리는 많은 연구과제를 수행하고 논문을 발표했습니다. 우리 연구실 구성원 모두 각자 최선을 다한 한 해였습니다. ‘좋은 연구를 잘 하는 것’이 우리의 임무이겠지만, 그것을 임무가 아닌 나의 궁금증으로 매사에 임하는 것이 대학원 생활의 본질에 더 가깝지 않을까 하는 생각을 합니다. 그러다 보면, 우리에게도 가리는 것이 미덕이 되는 빛이 생기지 않을까 하는 기대도 함께...

2017년은 정유년(丁酉年) 닭의 해라고 합니다. 새벽을 알리는 닭과 같이 생활하다 보면 우리도 누그러뜨릴 빛을 가지게 되겠지요. 우리 중에는 누가 닭띠일까? 그리고 우리 중에 닭띠는 누구일까? 미묘한 차이가 있는 두 문장입니다. 우리 모두에게 더 큰 의미가 있는 2017년이 되기를 바랍니다.

남 경 필

# Highlights 2016

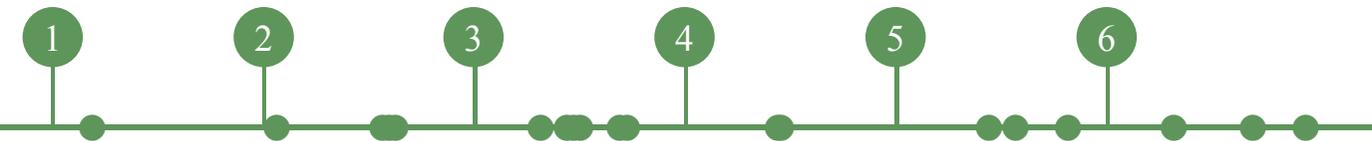


▲ 서울대의 봄: 관정도서관 앞 벚꽃나무

안녕하세요. 서울대학교 건설환경공학부 토양환경연구실 (Soil Quality Laboratory)입니다. 저희 연구실은 현재 정재웅 박사, 임진우 석사와 유기현 석사, 박사과정 3명, 석·박통합과정 6명, 석사과정 2명의 학생이 함께 공부하고 있습니다.

올해 봄에는 2명이 입학(장석재, 정부운)하였고, 가을에는 1명의 석사(유기현)를 배출하였습니다.

2016년 한 해 동안, 우리 연구실은 8편의 SCI 논문과 4편의 국내논문, 18건의 국제 학술대회 발표와 16건의 국내 학술대회 발표, 국내 특허등록 2건의 연구실적을 달성하였습니다. 또한, 연구와 관련된 다수의 워크샵과 세미나를 개최·참석하였고 수 차례 현장 샘플링을 실시하였습니다.



- |   |   |   |  |  |  |
|---|---|---|--|--|--|
| <p><b>05</b><br/>2016년 병신년 맞이 환경 공 학 연구 실 신년하례식, 서울대 35동 316호</p> <p><b>05</b><br/>신년 맞이 토양환경 실험실과 수질환경 실험실이 함께 하는 떡국 식사, 낙성대역 백상갈비</p> | <p><b>04</b><br/>장석재, 정부운 신입 생환영회, 서울대 BBQ</p> <p><b>18-20</b><br/>토양환경실험실 거울 MT 겸 특성화대학원 동계워크숍, 평창 알펜시아리조트</p> | <p><b>10</b><br/>봄학기 개강회식, 낙성대역 제주상회 &amp; 푸다가</p> <p><b>13-16</b><br/>250th ACS National Meeting, San Diego, USA</p> <p><b>23-24</b><br/>한 국 물 환 경 학 회 학술발표회, 부산 벅스코</p> | <p><b>14-15</b><br/>지하수토양환경학회 춘계학술대회, 서울대 호암교수회관</p> | <p><b>14</b><br/>정재웅 박사 공연, 흥대 001 Club</p> <p><b>18</b><br/>환 경 공 학 연구 실 스승의 날 행사, 서울대 교수회관</p> <p><b>27</b><br/>사격장연구단부지 화약류·중금속 처리 기술개발 연구단 최종발표회, 서울대 35동 316호</p> | <p><b>10</b><br/>유기현 석사학위논문 최종심사</p> <p><b>21</b><br/>봄학기 종강회식, 서울대입구역 외래향</p> <p><b>30</b><br/>응용 생태 공 학 회 학술대회, 호암교수회관</p> |
|---|---|---|--|--|--|

2016년에는 환경부 지원으로 지난 5년간 수행해오던 사격장 부지 화약류·중금속 처리기술개발 연구를 마무리했습니다. 그 외에도, 성·복토재로 재사용되는 철강슬래그의 인체 및 환경영향 평가, TREECS와 토조 실험 장치를 이용한 TNT와 중금속의 유출 특성 및 MKP/Bentonite의 유출 저감 효과 평가, 토양 공극수 내 음이온 오염물질의 현장특이적 위해 오염도 평가기술 개발, FMB 기법을 이용한 토양 공극수 내 환경인자 분석 및 이를 활용한 환경허용농도 결정에 관한 연구, 농업 부산물을 이용한 고부가가치 바이오플라스틱 원료물질 생산기술 개발, 유기성 폐자원 혐기성 발효 모델링 및 발효 산물을 이용한 생분해성 플라스틱 원료물질 생산, 미생물 매개 탄산칼슘 침전을 활용한 중금속 오염 토양 유실 및 위해도 저감기술 개발, 철강슬래그를 활용한 중금속 안정화/고형화 기술 개발 및 통합환경안정성평가 기법확립, 갈바닉 산화를 통한 황철석 용해 촉진 및 광미 내 중금속 제거 기술, 화학사고가 토양의 지질물리화학학적 특성에 미치는 영향 등 다양한 연구를 수행하고 있습니다.



서울대의 가을: 35동 앞 은행나무 ▲





## Achievements

.....

국제 학술지 논문 • 08

국내 학술지 논문 • 10

수상 • 12

국제 학술대회 발표 • 14

국내 학술대회 발표 • 16

발명 특허 • 18

연구과제 • 19

## 국제 학술지 논문

Kyung Yang, Taekwoo Nam, Kyoungphile Nam, Young-Jin Kim\*

Characteristics of heavy metal contamination by anthropogenic sources in artificial lakes of urban environment  
KSCE Journal of Civil Engineering, 20(1) : 121-128 (2016.01)

Junmo Ahn, Eun Hea Jho, Moonkyung Kim, Kyoungphile Nam\*

Increased 3HV concentration in the bacterial production of 3HB and 3HV copolymer with acid-digested rice straw waste  
Journal of Polymers and the Environment, 24(2) : 98-103 (2016.06)

Jaeshik Chung, Young-Jin Kim, Gwanghun Lee, Kyoungphile Nam\*

Experimental determination of nonequilibrium transport parameters reflecting the competitive sorption between Cu and Pb in slag-sand column  
Chemosphere, 154 : 335-342 (2016.07)

Hyeonyong Chung, Won Jung Ju, Eun Hea Jho, Kyoungphile Nam\*

Applicability of a submersible microbial fuel cell for Cr(VI) detection in water  
Environmental Monitoring and Assessment, 188 : 613 (2016.11)

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

Effect of biogeochemical interactions on bioaccessibility of arsenic in soils of a former smelter site in Republic of Korea  
Environmental Geochemistry and Health, 38 : 1347-1354 (2016.12)

Junmo Ahn, Eun Hea Jho\*, Kyoungphile Nam

Effect of acid-digested rice straw waste feeding methods on the 3HV fraction of bacterial poly(3-hydroxybutyrate-co-3hydroxyvalerate) production  
Process Biochemistry, 51 : 2119-2126 (2016.12)

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 (on-line)

Increased MVV Concentration in the Bacterial Production of 3-Hydroxybutyrate (3HB) and 3-Hydroxyvalerate (3HV) Copolymer with Acid-Digested Rice Straw Waste

Junmo Ahn<sup>1</sup>, Eun Hwa Jeon<sup>2</sup>, Moonhyung Kim<sup>3</sup>, Kyounghye Nam<sup>4</sup>

Published online: 17 February 2016  
© Springer Science+Business Media Dordrecht 2016

**Abstract** Bacterial synthesis of 3-hydroxybutyrate (3HB) and 3-hydroxyvalerate (3HV) copolymer (P(3HB-co-3HV)) using the hydrolysate of rice straw waste as a carbon source was affected by the composition of the hydrolysate, which depends highly on the rice straw pretreatment condition. Acid digestion with 2.5 % sulfuric acid generated larger production of P(3HB-co-3HV) than 4.5 % sulfuric acid, but 3HV concentration in the copolymer produced with 2.5 % acid hydrolysate was only 0.3 % compared to 14.1 % with 4.5 % acid hydrolysate. To obtain a higher 3HV mole fraction in reduced P(3HB-co-3HV), a higher 3HV mole fraction in the hydrolysate was needed. The addition of 3 % acetic acid to the hydrolysate increased the mole fraction of 3HV in P(3HB-co-3HV) copolymer. The mole fraction of 3HV in P(3HB-co-3HV) copolymer increased from 0.3 to 14.1 % with the addition of 3 % acetic acid to the hydrolysate. The mole fraction of 3HV in P(3HB-co-3HV) copolymer increased from 0.3 to 14.1 % with the addition of 3 % acetic acid to the hydrolysate. The mole fraction of 3HV in P(3HB-co-3HV) copolymer increased from 0.3 to 14.1 % with the addition of 3 % acetic acid to the hydrolysate.

**Keywords** Rice straw hydrolysate · Poly(3-hydroxybutyrate) · Lactobacillus · P(3HB-co-3HV) · Copolymer structure

**Introduction** Polyhydroxyalkanoates (PHAs) are bacterial energy storage materials, which are synthesized under nitrogen- or phosphate-deficient conditions with excess carbon (Li, 2013). PHAs are biodegradable and biocompatible, which make them environmentally sustainable materials (Li, 2013). However, mass production of PHAs has been limited due to a relatively high production cost, and the promoted the application of cheap carbon sources such as carbon dioxide, methanol, and agricultural waste (Li et al., 2014). Agricultural waste is not pretreated first by physical or chemical treatment, but by hydrolysis, and hydrolysis (Li et al., 2014). Various agricultural wastes such as rice straw (18.5 % lignin, 38.4 % cellulose, and 33.1 % hemicellulose) (Lee, 2011), rice straw (11.1 % lignin, 40.1 % cellulose, and 38.8 % hemicellulose) (Lee, 2011), and waste pig manure (11.1 % lignin, 40.1 % cellulose, and 38.8 % hemicellulose) (Lee, 2011) have been used as carbon sources for the production of PHAs. However, PHAs production is still very low due to the high cost of the carbon source and the low yield of PHAs. In this study, we investigated the effect of the composition of the hydrolysate on the production of PHAs using acid-digested rice straw waste as a carbon source.

**3.1 Keynote Words** **3.2 Introduction** **3.3 Materials and Methods** **3.4 Results and Discussion** **3.5 Conclusion** **3.6 Acknowledgements** **3.7 References**

Characteristics of Heavy Metal Contamination by Anthropogenic Sources in Artificial Lakes of Urban Environment

Kyung Yang<sup>1</sup>, Taekwon Nam<sup>2</sup>, Kyounghye Nam<sup>3</sup>, and Young-Ju Kim<sup>4</sup>

Received: September 12, 2015 / Revised: December 16, 2015 / Accepted: December 23, 2015 / Published online: March 23, 2016

**Abstract**

The objective of this study is to evaluate the level and characteristics of metal contamination in the samples from the artificial lake in urban area. To this end, the sediment and water samples were collected from the artificial lake for an analysis of heavy metals. The sediment and water samples were analyzed for the concentration of Pb, Cu, Zn, Cd, Cr, Ni, Mn, and Fe. The results show that the concentration of Pb, Cu, Zn, Cd, Cr, Ni, Mn, and Fe in the sediment and water samples was higher than the background level. The concentration of Pb, Cu, Zn, Cd, Cr, Ni, Mn, and Fe in the sediment and water samples was higher than the background level. The concentration of Pb, Cu, Zn, Cd, Cr, Ni, Mn, and Fe in the sediment and water samples was higher than the background level.

**1. Introduction** **2. Materials and Methods** **3. Results and Discussion** **4. Conclusion** **5. Acknowledgements** **6. References**

**6.1 Keynote Words** **6.2 Introduction** **6.3 Materials and Methods** **6.4 Results and Discussion** **6.5 Conclusion** **6.6 Acknowledgements** **6.7 References**

Experimental determination of nonequilibrium transport parameters reflecting the competitive sorption between Cu and Pb in slugs-column

Jaehuk Chung<sup>1</sup>, Young-Jin Kim<sup>2</sup>, Gwanheon Lee<sup>3</sup>, Kyounghye Nam<sup>4</sup>

Received: 20 April 2016 / Accepted: 27 September 2016  
© Springer Science+Business Media Dordrecht 2016

**Abstract** The nonequilibrium adsorption-desorption processes of Cu and Pb in a slugs-column were investigated using a nonequilibrium transport model. The model was applied to the experimental data of Cu and Pb in a slugs-column. The model was applied to the experimental data of Cu and Pb in a slugs-column. The model was applied to the experimental data of Cu and Pb in a slugs-column.

**1. Introduction** **2. Materials and Methods** **3. Results and Discussion** **4. Conclusion** **5. Acknowledgements** **6. References**

**6.1 Keynote Words** **6.2 Introduction** **6.3 Materials and Methods** **6.4 Results and Discussion** **6.5 Conclusion** **6.6 Acknowledgements** **6.7 References**

Applicability of a submersible microbial fuel cell for Cr(VI) detection in water

Hyunyoung Chang<sup>1</sup>, Won-Jung An<sup>2</sup>, Eun-Hwa Jeon<sup>3</sup>, Kyounghye Nam<sup>4</sup>

Received: 20 April 2016 / Accepted: 27 September 2016  
© Springer Science+Business Media Dordrecht 2016

**Abstract** The submersible microbial fuel cell (SMFC) was used to detect the applicability of Cr(VI) in water. The SMFC was used to detect the applicability of Cr(VI) in water. The SMFC was used to detect the applicability of Cr(VI) in water. The SMFC was used to detect the applicability of Cr(VI) in water.

**1. Introduction** **2. Materials and Methods** **3. Results and Discussion** **4. Conclusion** **5. Acknowledgements** **6. References**

**6.1 Keynote Words** **6.2 Introduction** **6.3 Materials and Methods** **6.4 Results and Discussion** **6.5 Conclusion** **6.6 Acknowledgements** **6.7 References**

**6.1 Keynote Words** **6.2 Introduction** **6.3 Materials and Methods** **6.4 Results and Discussion** **6.5 Conclusion** **6.6 Acknowledgements** **6.7 References**

Effect of acid-digested rice straw waste feeding methods on the 3HV fraction of bacterial poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate) production

Junmo Ahn<sup>1</sup>, Eun Hwa Jeon<sup>2</sup>, Kyounghye Nam<sup>3</sup>

Received: September 12, 2015 / Revised: December 16, 2015 / Accepted: December 23, 2015 / Published online: August 9, 2016

**Abstract** The effect of acid-digested rice straw waste feeding methods on the 3HV fraction of bacterial poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate) production was investigated. The effect of acid-digested rice straw waste feeding methods on the 3HV fraction of bacterial poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate) production was investigated. The effect of acid-digested rice straw waste feeding methods on the 3HV fraction of bacterial poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate) production was investigated.

**1. Introduction** **2. Materials and Methods** **3. Results and Discussion** **4. Conclusion** **5. Acknowledgements** **6. References**

**6.1 Keynote Words** **6.2 Introduction** **6.3 Materials and Methods** **6.4 Results and Discussion** **6.5 Conclusion** **6.6 Acknowledgements** **6.7 References**

**6.1 Keynote Words** **6.2 Introduction** **6.3 Materials and Methods** **6.4 Results and Discussion** **6.5 Conclusion** **6.6 Acknowledgements** **6.7 References**

Nitrate-N Removal using Slowly Released Melasses Barriers in a Shallow Aquifer: Obstacles from Lab-Scale Results to Field Application

Byoung Sun Lee<sup>1</sup>, Min Lee<sup>2</sup>, Kyounghye Nam<sup>3</sup>, and Kyounghye Nam<sup>4</sup>

Received: September 12, 2015 / Revised: December 16, 2015 / Accepted: December 23, 2015 / Published online: August 9, 2016

**Abstract** This study was conducted to evaluate the field applicability of a melasses barrier system consisting of Nitrate-N (NO<sub>3</sub>-N) in a shallow aquifer. The melasses barrier system was installed in a shallow aquifer. The melasses barrier system was installed in a shallow aquifer. The melasses barrier system was installed in a shallow aquifer.

**1. Introduction** **2. Materials and Methods** **3. Results and Discussion** **4. Conclusion** **5. Acknowledgements** **6. References**

**6.1 Keynote Words** **6.2 Introduction** **6.3 Materials and Methods** **6.4 Results and Discussion** **6.5 Conclusion** **6.6 Acknowledgements** **6.7 References**

**6.1 Keynote Words** **6.2 Introduction** **6.3 Materials and Methods** **6.4 Results and Discussion** **6.5 Conclusion** **6.6 Acknowledgements** **6.7 References**

Process Biochemistry

Environ Monit Assess (2016) 184:143–154  
DOI 10.1007/s11033-016-0474-0

Effect of acid-digested rice straw waste feeding methods on the 3HV fraction of bacterial poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate) production

Junmo Ahn<sup>1</sup>, Eun Hwa Jeon<sup>2</sup>, Kyounghye Nam<sup>3</sup>

Received: September 12, 2015 / Revised: December 16, 2015 / Accepted: December 23, 2015 / Published online: August 9, 2016

**Abstract** The effect of acid-digested rice straw waste feeding methods on the 3HV fraction of bacterial poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate) production was investigated. The effect of acid-digested rice straw waste feeding methods on the 3HV fraction of bacterial poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate) production was investigated. The effect of acid-digested rice straw waste feeding methods on the 3HV fraction of bacterial poly(3-hydroxybutyrate-co-3-hydroxyvalerate) production was investigated.

**1. Introduction** **2. Materials and Methods** **3. Results and Discussion** **4. Conclusion** **5. Acknowledgements** **6. References**

**6.1 Keynote Words** **6.2 Introduction** **6.3 Materials and Methods** **6.4 Results and Discussion** **6.5 Conclusion** **6.6 Acknowledgements** **6.7 References**

## 국내 학술지 논문

정슬기, 문희선, 양우진, 남경필\*

비소제거효율이 향상된 식물상 정화공법의 현장적용가능성 평가

Journal of Soil and Groundwater Environment, 21(1) : 40-48 (2016.02)

김문경, 김기범, 최용주, 남경필\*

중금속 오염 준설토의 토양으로서의 유효활용을 위한 선별수준 생태위해도 평가

대한환경공학회지, 38(5) : 236-241 (2016.05)

이호섭, 남택우, 조은혜\*, 남경필

성.복토용으로 사용된 전로제강슬래그가 주변 토양환경에 미치는 영향

Journal of Soil and Groundwater Environment, 21(3) : 6-13 (2016.06)

양우진, 조은혜\*, 임진우, 정슬기, 남경필

비소 오염기간이 토양 내 비소의 존재형태와 식물독성에 미치는 영향

Journal of Soil and Groundwater Environment, 21(3) : 82-87 (2016.06)



## 수상

### 세계 토양의 날 기념행사



수상자: 남경필 교수님

수상일: 2016년 12월 5일

수여기관: 환경부

수상내용: 세계 토양의 날 기념행사에서 "토양·지하수 분야 정책발전에 기여한 공"에 대해 환경부장관 표창장 수상

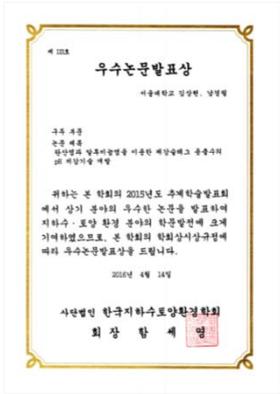
12월 5일 세계 토양의 날 기념행사에 참석하신 남경필 교수님 ▼



4월 14일  
지하수토양환경학회에서  
김상현  
우수논문발표상 수상▶



지하수도양환경학회 우수논문발표상

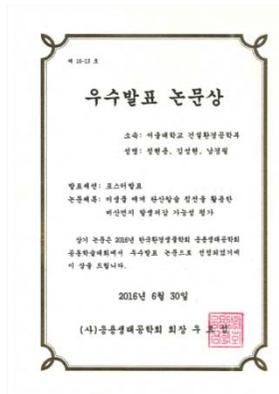


수상자: 김상현  
 수상일: 2016년 4월 14일  
 수여기관: 한국지하수도양환경학회  
 수상내용: 우수논문발표구두발표부문에서 '탄산염과 알루미늄염 처리에 의한 제강슬래그 내 free CaO 용출 특성 변화에 관한 연구' 라는 논문 제목으로 수상

응용생태공학회 우수발표 논문상



수상자: 주원정  
 수상일: 2016년 6월 30일  
 수여기관: 응용생태공학회  
 수상내용: 우수발표 논문구두부문에서 'Effect of initial pH on pyrite dissolution through galvanic oxidation, 이라는 논문 제목으로 수상



수상자: 정현웅  
 수상일: 2016년 6월 30일  
 수여기관: 응용생태공학회  
 수상내용: 우수발표 논문포스터발표부문에서 '미생물 매개 탄산칼슘 침전을 활용한 비산먼지 발생 저감 가능성 평가' 라는 논문 제목으로 수상

응용생태공학회 2016 응용생태기술 우수사례 공모전



수상자: 정현웅  
 수상일: 2016년 11월 3일  
 수여기관: 응용생태공학회  
 수상내용: 2016 응용생태기술 우수사례공모전에서 'MICP를 활용한 휴경지 토양 내 질소, 인 수계 유출 방지 기술, 이라는 기술 제목으로 은상 수상

## 국제 학술대회 발표

## 250th American Chemical Society National Meeting &amp; Exposition, California, USA, March 13-16

Sang Hyun Kim, Seulki Jeong, Kyoungphile Nam

Mitigation of alkaline leachate generated from basic oxygen furnace slags by chemical precipitation

Seulki Jeong, Sang Hyun Kim, Kyoungphile Nam

Mechanisms of heavy metal stabilization in mine wastes through carbonation process

## SETAC-AU 2016, Tasmania, Australia, October 4-6

Eun Hea Jho, Won Jung Ju, Kyoungphile Nam

Ecological toxic effect and human health risk of reusing metal mine wastes

Won Jung Ju, Eun Hea Jho, Kyoungphile Nam

Assessment on human and environmental risk for recycled slag ball: Consideration of chemical and physical stability

SETAC North America 37th Annual Meeting/ 7th SETAC World Congress, Orlando, USA,  
November 5-10

Buyun Jeong, Jinsung An, Kyoungphile Nam

Development of biotic ligand model for prediction of arsenic toxicity to *Aliivibrio fischeri*: 1. Effects of pH and major ions

Buyun Jeong, Jinsung An, Kyoungphile Nam

Development of biotic ligand model for prediction of arsenic toxicity to *Aliivibrio fischeri*: 2. Effects of humic and fulvic acids

Buyun Jeong, Won Jung Ju, Sunkyung Hwang, Eun Hea Jho, Kyoungphile Nam

Toxic effect of heavy metals from reused mine wastes on environment and human health

Moonkyung Kim, Gihyeon Yu, Kyoungphile Nam

Ecotoxicological risk of explosives and heavy metals on aquatic species in surrounding water system nearby active firing range

Moonkyung Kim, Byung Chul Kim, Kyoungphile Nam

Effect of acid pretreatment on anaerobic biodegradation of rice straw

Moonkyung Kim, Kibeum Kim, Yoonhwan Ji, Kyoungphile Nam

Screening-level ecological risk assessment for beneficial reuse of dredged marine sediment

3rd International Conference on Contaminated Land, Ecological Assessment and Remediation,  
Taipei, Taiwan November 20-27

Buyun Jeong, Jinsung An, Kyoungphile Nam

Prediction of arsenic toxicity using biotic ligand model and effects of pH and major ions

Gihyeon Yu, Jae-Woong Jung, Moonkyung Kim, Kyoungphile Nam

Evaluation of MKP/bentonite reducing effect on the TNT

Hyeon Yong Chung, Sang Hyun Kim, Kyoungphile Nam

Application of microbial-induced calcite precipitation for preventing loss of heavy metal contaminated soil

Jae-Woong Jung, Kyoungphile Nam

Study on the ecological effect of military firing range contamination to aquatic plants living in river near the firing range

Moonkyung Kim, Gihyeon Yu, Byung Chul Kim, Kyoungphile Nam

Research on ecotoxicity-based water screening level of explosives and heavy metals on aquatic species in neighboring water system adjacent to active firing range

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

Effects of carbonation on free CaO dissolving behavior from BOF slag

Suk Je Jang, Jae-Woong Jung, Kyoungphile Nam

Toxicological effect of change in soil properties by acid spill on terrestrial species

Won Jung Ju, Eun Hea Jho, Kyoungphile Nam

Pyrite dissolution through galvanic oxidation: Effect of initial redox potential on pyrite dissolution

## 국내 학술대회 발표

### ■ 한국물환경학회·대한상하수도학회 2016년 공동학술발표회, 부산, 3.23-24

김문경, 김병철, 남경필, 최용주

벚집의 산 전처리과정이 혐기성 소화에 미치는 영향

### ■ 2016 한국지하수토양환경학회 국제심포지엄 및 춘계학술대회, 서울, 4.14-15

김상현, 정슬기, 정현용, 남경필

탄산염과 알루미늄염 처리에 의한 제강슬래그 내 free CaO 용출 특성 변화에 관한 연구

유기현, 정재웅, 김문경, 남경필

토조 실험 장치를 이용한 MKP/bentonite의 2,4,6-trinitrotoluene와 중금속의 유출저감효과 검증

정현용, 김상현, 남경필

미생물 매개 탄산칼슘 침전 기작을 이용한 중금속 오염부지 비산먼지 발생 저감 가능성 평가

주원정, 조은혜, 남경필

갈바닉 산화를 통한 황철석의 용해: 연속식흐름방식의 적용

### ■ 2016년 한국환경생물학회 응용생태공학회 공동학술대회, 서울, 6.30

김병철, 김문경, 남경필, 최용주

유기성폐자원 혐기성 소화 산물의 프로피온산 비율증가를 통한 바이오플라스틱 원료물질의 물성 개선

정현용, 김상현, 남경필

미생물 매개 탄산칼슘 침전을 활용한 비산먼지 발생저감 가능성 평가

주원정, 조은혜, 남경필

Effect of initial pH on pyrite dissolution through galvanic oxidation

■ 2016 한국지하수토양환경학회 추계학술대회, 대전, 10.13-14

김문경, 정슬기, 남경필

오염 사격장 부지 유출수 내 화약류와 중금속의 생태독성학적 선별기준 도출

김상현, 정슬기, 정현용, 남경필

탄산염 처리에 의한 제강슬래그 내 free CaO 용출 특성 변화에 관한 연구

안진성, 유기현, 정부윤, 남경필

Biotic ligand model과 종 민감도 분포의 결합을 통한 Cu의 환경허용농도 결정

장석재, 정재용, 임진우, 남경필

염산의 누출농도가 토양의 지질-물리화학적 특성에 미치는 영향

정부윤, 안진성, 남경필

주요 음이온과 pH에 따른 비소의 독성 변화와 이의 예측을 위한 biotic ligand model 개발

정현용, 김상현, 남경필

MICP를 통한 오염토양 유실방지에서 탄산칼슘 침전량 및 중금속 오염수준의 영향

주원정, 조은혜, 남경필

갈바닉 산화를 통한 황철석의 용해: 산화-환원 전위의 영향

■ 2016 대한환경공학회 국내학술대회, 경주, 11.16-18

김문경, 김병철, 최용주, 남경필

벚집 전처리를 통한 혐기성 소화 효율 향상에 관한 연구

## 발명특허

### 등록



특허명: 광미 활용 전지 및 이를 이용한 전기생산방법

발명인: 남경필, 조은혜, 주원정

특허권자: 서울대학교교산학협력단

등록번호: 10-1654976-0000

등록일자: 2016.08.31.



특허명: 크롬 농도 실시간 모니터링 장치 및 이를 이용한 크롬 농도 실시간 모니터링 방법

발명인: 남경필, 조은혜, 정현용

특허권자: 서울대학교교산학협력단

등록번호: 10-1656996-0000

등록일자: 2016.09.06.

## 연구과제

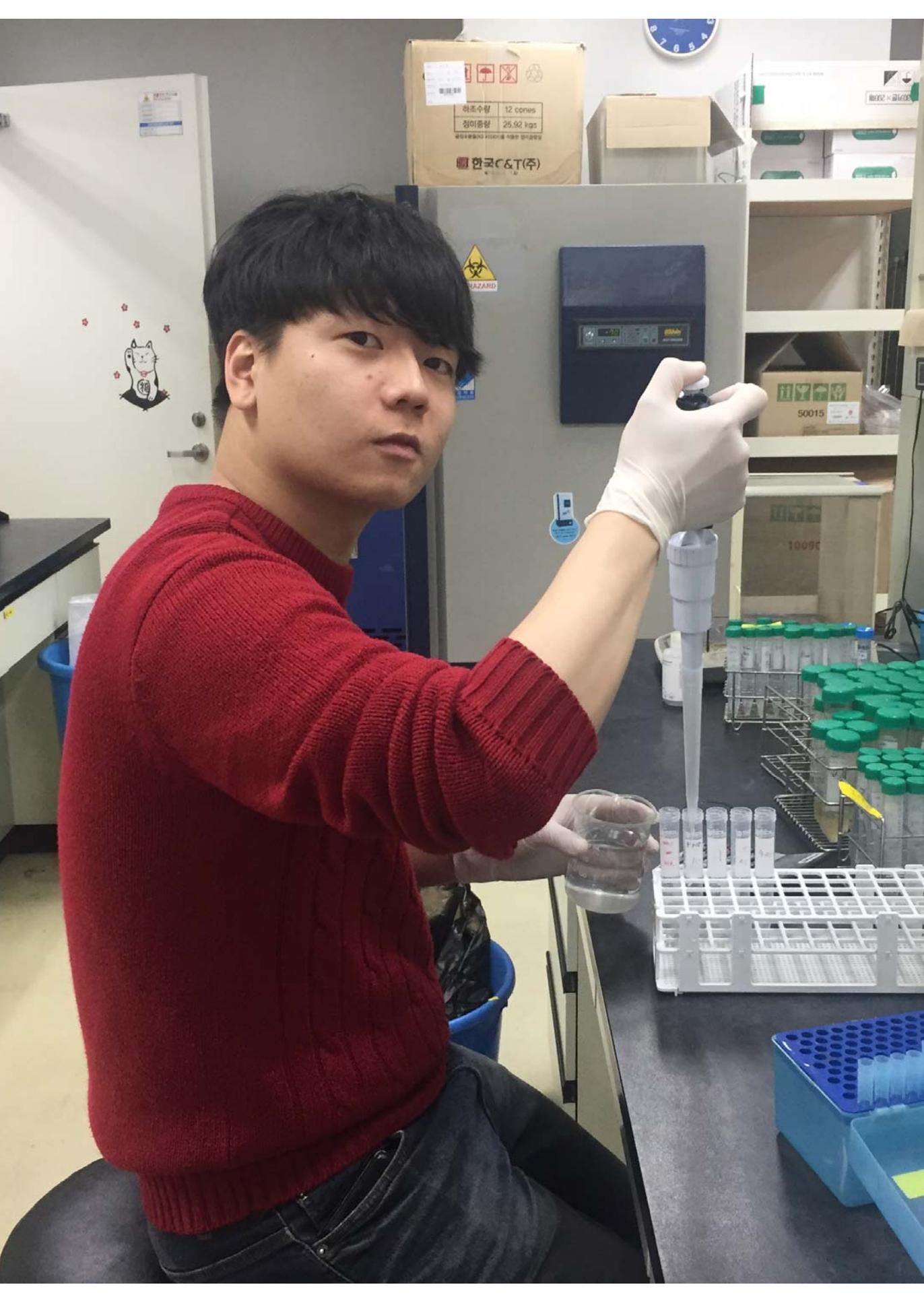
- 사격장 부지 화약류 중금속 처리기술 개발 (사격장 부지 화약류중금속 처리기술개발 연구단)  
환경부 GAIA, 2011.04-2016.03, 연구책임자 (남경필)
- 복합오염 준설토 생물학적 정화공정 및 정화토의 환경위해성 평가  
환경부 GAIA, 2015.04-2016.03 & 2016.04-2017.03, 연구책임자 (남경필)
- 제강슬래그를 활용한 오염 중금속 안정화/고형화 기술개발 및 통합환경안정성평가 기법확립  
(주)포스코, 2015.10-2016.10, 연구책임자 (남경필)
- 슬래그볼의 재활용 환경안정성 및 인체위해성평가기술 개발  
한국지질자원연구원, 2016.03-2016.11, 연구책임자 (남경필)
- 미생물 매개 탄산칼슘 침전을 활용한 중금속 오염토양 유실 방지기술 개발  
환경부 GAIA, 2016.04-2018.03, 연구책임자 (남경필)
- 화학사고로 인한 토양, 지하수 오염 관리를 위한 대응체계 개발  
환경부 GAIA, 2016.04-2017.03, 협동연구책임자 (남경필)
- 복합오염 준설토 생물학적 정화공정 및 정화토의 환경위해성 평가  
환경부 GAIA, 2016.04-2017.03, 연구책임자 (남경필)
- 토양오염부지 위해성평가 시범사업 및 선진화 방안 연구 (II)  
환경부 GAIA, 2016.04-2016.11, 연구책임자 (남경필)
- 자연기원 음이온 오염물질의 원위치 위해농도 예측을 위한 BLM 개발 및 이를 활용한 생태  
독성학적 환경허용농도 결정기술 개발에 관한 연구  
한국연구재단 중견연구자지원사업, 2016.06-2019.05, 연구책임자 (남경필)
- 슬래그 활용 광산폐기물 오염 중금속 안정화/고형화 기술개발 및 통합환경안정성평가  
기법확립  
한국연구재단 신진연구자지원사업, 2016.06-2019.05, 연구책임자 (정슬기)
- 광미의 재이용을 통한 전기 생산 및 산성광산배수 발생의 사전 예방을 위한 자립형 자원순환  
기술 개발  
한국연구재단 신진연구자지원사업, 2014.05-2017.04, 연구책임자 (조은혜)



## Research Activity

.....

- 인체 및 생태 위해성 개념을 적용한 환경오염 및 재활용 부지 조사, 정화, 평가 • 23
- 성·복토재로 재사용되는 철강슬래그의 인체 및 환경영향 평가 방안에 관한 연구 • 24
- TREECs와 토조 실험 장치를 이용한 TNT와 중금속의 유출 특성 및 MKP/Bentonite의 유출 저감 효과 평가 • 25
- 토양 공극수 내 음이온 오염물질의 현장특이적 위해 오염도 평가기술 개발 • 26
- Fixed Monitoring Benchmarks(FMB) 기법을 이용한 토양 공극수 내 환경인자 분석 및 이를 활용한 환경허용농도 결정에 관한 연구 • 27
- 농업 부산물을 이용한 고부가가치 바이오플라스틱 원료물질 생산기술 개발 • 28
- 유기성 폐자원 혐기성 발효 모델링 및 발효 산물을 이용한 생분해성 플라스틱 원료물질 생산 • 29
- 미생물 매개 탄산칼슘 침전을 활용한 중금속 오염토양 유실 및 위해도 저감기술 개발 • 30
- 철강슬래그를 활용한 중금속 안정화/고형화 기술 개발 및 통합환경안정성평가 기법확립 • 31
- 갈바닉 산화를 통한 황철석 용해 촉진 및 이를 이용한 광산 폐기물 내 중금속 제거 • 32
- 화학사고가 토양의 지질물리화학적 특성에 미치는 영향 • 33



## 인체 및 생태 위해성 개념을 적용한 환경오염 및 재활용 부지 조사, 정화, 평가

정재용, 김문경, 주원정, 정현용, 장석재

### ■ 연구배경

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

### ■ 연구 목표

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

### ■ 연구내용

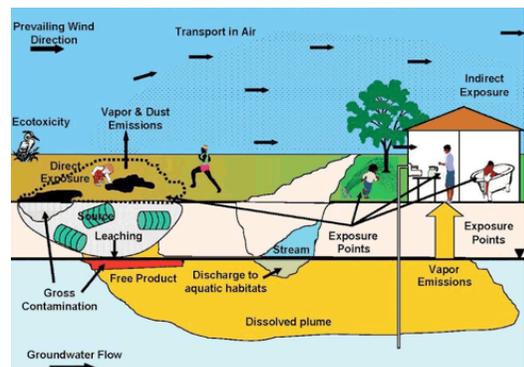
인체 위해성평가는 유해성확인(hazard identification), 용량-반응평가(dose-response relationship), 노출평가(exposure assessment) 및 위해도결정(risk characterization)과 같은 4가지 단계를 통해 수행된다. 사용가능한 정화 및 복구기술의 수준과 위해성평가(risk assessment) 패러다임을 총체적으로 연관지어 토양환경이 받아들일 수 있는 오염수준(environmentally acceptable endpoint)을 결정하는 작업을 수행한다. 또한 위해성에 근거하여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

### ■ 기대효과

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

### ■ 관련 연구과제

- 사격장 부지 화약류 중금속 처리기술 개발 (사격장 부지 화약류중금속 처리기술개발 연구단) [환경부 GAIA]
- 토양오염부지 위해성평가 시범사업 및 선진화 방안 연구 (II) [환경부 GAIA]
- 복합오염 준설토 생물학적 정화공정 및 정화토의 환경위해성 평가 [환경부 GAIA]
- 슬래그볼의 재활용 환경안정성 및 인체위해성평가 [한국지질자원연구원]



<오염물질 이동에 따라 다양한 노출발생지점 존재>

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

남택우

### ■ 연구배경 및 목표

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

### ■ 연구내용

#### [1] 철강슬래그의 토양오염 유발 가능성 평가

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

#### [2] 철강슬래그 함유 불소에 의한 인체 영향 평가

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

#### [3] 철강슬래그 용출수에 의한 주변 환경 영향 평가

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

#### [4] 철강슬래그 함유 불소 및 중금속의 장기용출예측

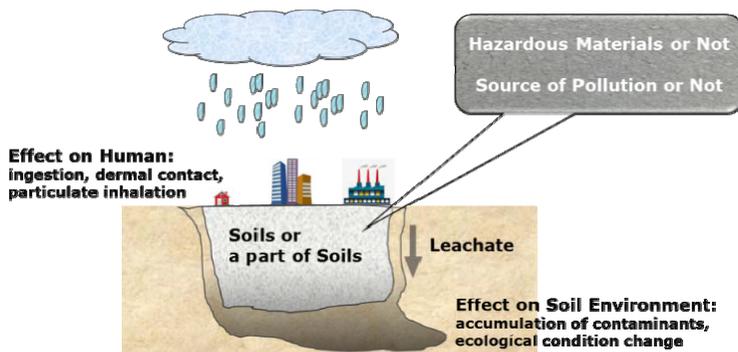
불소 및 중금속은 지속적으로 용출될 가능성이 있으므로 Percolation-controlled scenario를 적용하여 장기용출농도를 예측하고 주변 환경에 미치는 영향을 예측하고자 한다.

### ■ 기대효과

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

### ■ 관련 연구과제

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



<성·복토재로 사용된 철강슬래그가 인체 및 환경에 노출되는 경로>

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

유기현

## ■ 연구배경

군 사격 훈련으로 사격장에는 다수의 불발탄들이 발생한다. 이런 불발탄들에 포함된 화약물인 2,4,6-trinitrotoluene (TNT)와 중금속은 풍화작용에 의하여 탄 내부에서 외부로 유출이 되며 사격장 토양을 오염시킨다. 사격장 토양의 TNT와 중금속의 오염의 문제는 비단 TNT와 중금속의 독성뿐만 아니라 이러한 오염물질들이 강우에 의해서 주변 환경으로 유출이 되어 주변 환경의 토양과 수계를 오염시킨다는 점이다. 사격장에서 주변 환경으로의 오염물질의 유출을 해결하기 위해서는 사격장 내부 토양에 대한 적극적인 정화가 필요하지만 사격장은 산악지대에 존재하기 때문에 접근성이 낮고 지속적인 사격 훈련과 이 때 발생하는 불발탄의 안전문제로 사격장 내부 토양에 대한 적극적인 정화가 어렵다.

## ■ 연구목표

사격장에서 주변 환경 (하천)으로 유출되는 화약류 오염물질인 TNT와 중금속(Cu, Zn, Cd, Pb)에 대한 유출 저감 방안으로서의 MKP와 bentonite 사용의 호용성에 대해서 평가해보았다.

## ■ 연구내용

### [1] Modeling을 통한 TNT의 유출 저감 효과

사격장에서 오염물질의 유출 특성을 파악하기 위해 미 공병단에서 개발한 오염물질 이동해석 프로그램인 Training Range Environmental Evaluation and characterization System (TREECS)를 사용했다. 연구 대상 사격장 부지의 부지 특성을 반영하여 강우에 의한 오염물질의 사격장에서 주변 환경으로 유출 특성을 평가하고 이를 통해 3가지의 유출경로로 유출되는 TNT의 양을 도출했다. MKP/bentonite의 살포에 따른 TNT의 토양 흡착 계수를 반영하여 이들의 사용 효과에 대해서 평가했다.

### [2] 토조 실험 장치를 통한 TNT의 유출 저감과 중금속의 안정화 효과 평가

Semi-pilot scale의 토조 실험 장치와 강우 모사를 통해서 MKP/bentonite의 사용에 따른 표면유출과 지하유출을 통

해서 유출되는 TNT의 양적 변화와 토양 심도별 존재하는 TNT의 농도를 확인했다. 중금속의 경우, 유출 저감 효과는 없었다. 하지만, 토양에 존재하는 중금속의 존재형태 변화가 있었기에, Tessier 연속 추출법을 통한 존재 형태의 평가와 TCLP를 통한 중금속의 안정화 정도를 중금속의 종류에 따라서 확인했다.

### [3] 선별적 수준의 생태 위해성 평가를 통한

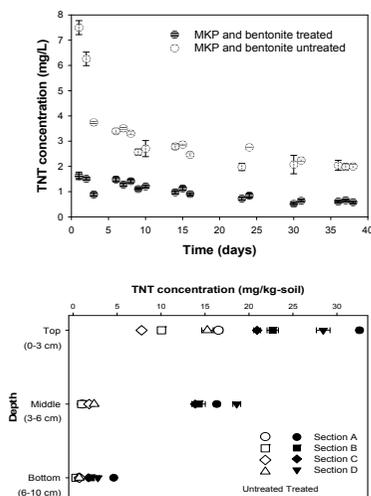
선별적 수준에서의 TNT에 대한 생태위해성 평가를 진행하여, 사격장에서 하천으로 유입되는 TNT의 농도에 따른 유해지수를 도출했다. MKP/bentonite 살포에 따라서 유해지수가 1보다 낮아지는 효과를 확인했다.

## ■ 기대효과

오염물질의 주변환경으로 유출 저감과 생물학적 이용도를 낮춤으로서 오염물질의 유출 저감과 안정화 효과를 동시에 달성할 수 있을 것으로 보인다. MKP와 bentonite의 살포를 통한 오염물질의 유출 관리 방안이기에 적극적인 활용 가능성이 보인다.

## ■ 관련 연구과제

- 위해도에 기반한 사격장 오염부지의 평가 및 관리기술 개발 [환경부 GAIA]



<MKP/bentonite의 살포 유무에 따른 지하유출수와 토조 토양에서의 검출된 TNT 농도>

## 토양 공극수 내 음이온 오염물질의 현장특이적 위해 오염도 평가기술 개발

안진성

### ■ 연구배경

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

### ■ 연구목표

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

### ■ 연구내용

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

BLM은 수계에 존재하는 양이온 중금속들의 독성을 예측하기 위해 개발된 모형이다. 본 연구에서는 BLM의 개념을 토양 공극수로 확장하여, 공극수 중 비소와 불소의 독성을 예측하기 위한 모형을 개발한다. 공극수 내 주요 음이온( $PO_4^{3-}$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$ ,  $HCO_3^-$ )에 의한 경쟁효과(competition effect)에 의해 비소와 불소의 독성이 저감되는 정도를 파악하고 이를 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 수행하고 있다.

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

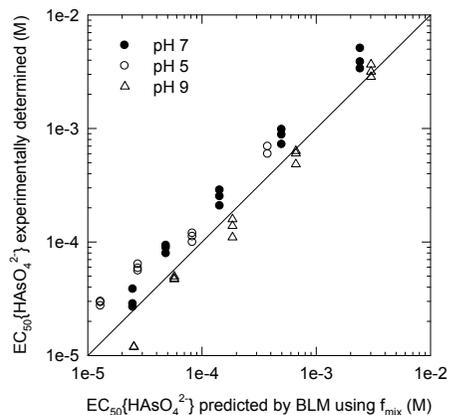
BLM은 생물종 특이적인 독성예측모형이다. 따라서 다양한 토양 서식 생물종들이 안전한 수준의 토양 및 토양 공극수 허용농도(permissible level)를 계산하기 위해서, 종 민감도 분포(species sensitivity distribution, SSD)의 개념을 병합한다. BLM을 통해서 현장특이적인 환경인자들의 독성영향을 고려함과 동시에 SSD를 통해서 다양한 종들이 생태독성학적으로 안전한 수준의 토양 및 토양 공극수 내 허용농도를 산정하고, 이를 이용하여 현장특이적인 위해 오염도 평가를 수행하고자 한다.

### ■ 기대효과

본 연구를 통해 기존의 확립화된 환경기준 적용체계를 보완하고자 한다. 위해 오염도를 기반으로 한 합리적 정화목표 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]



<BLM을 이용한 비소의 독성 예측값과 실험값의 비교>

## Fixed Monitoring Benchmarks(FMB) 기법을 이용한 토양 공극수 내 환경인자 분석 및 이를 활용한 환경허용농도 결정에 관한 연구

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. 예를 들어 USEPA의 미국 콜로라도 강 샘플링 결과는 수계에서의 경도는 계절에 따라 반복되는 양상을 보이며 오염물질의 농도와 pH 역시 시간에 따른 변화를 보이는데 기존의 환경허용농도는 이러한 시간에 따라 변화하는 요소들을 반영하지 못하여 한계가 있다. 따라서 현장수와 허용농도의 비율인 독성분포(Toxic Unit) 값을 이용한 확률 기반 방법인 Fixed Monitoring Benchmarks (FMB) 기법을 통해 현장에서 고정된 하나의 기준이 되는 농도를 결정 하고자 한다.

### ■ 연구목적

FMB 기법을 적용하여 시간에 따라 변화 하는 토양 공극수 내 환경인자를 파악하고 이를 반영하여 환경허용농도를 결정하는 기술 개발을 목표로 한다.

### ■ 연구내용

[1] 보리 뿌리 성장실험을 통한 Pb의 Biotic ligand model(BLM) 파라미터 결정

BLM은 수계 중금속의 독성을 예측하기 위해 개발된 모형이다. 토양에서의 식물 성장 역시 토양수와 밀접한 관련이 있으므로 해당 중금속이 식물의 뿌리 성장에 미치는 영향을 알아볼 때에도 BLM을 적용할 수 있다. 본 연구에서는 Pb이 보리의 뿌리 성장에 미치는 영향과 그에 대한 환경인자(e.g., pH, DOC, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>)들의 영향을 알아보고, 이를 통해 BLM의 Pb 파라미터를 결정하고자 한다. Ni, Cd, Cu, Co, Zn 및 Cr에 대해서는 이미 선행 연구를 통하여 BLM 파라미터들이 결정 되었고 Pb에 대해서도 본 연구를 통해서 파라미터가 결정되면 주요 중금속에 대한 보리의 BLM 파라미터들을 완성할 수 있다. 이를 통해 환경인자들이 독성에 미치는 영향을 고려한 통합 중금속 관리가 가능할 것으로 기대된다.

### [2] FMB를 통한 환경허용농도 값 도출

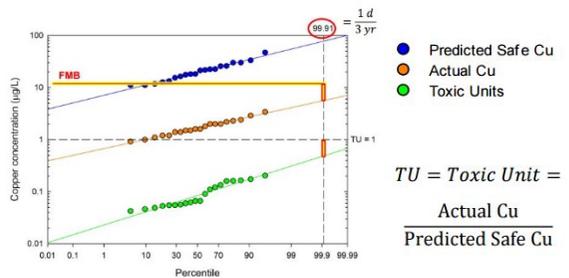
FMB는 현장수의 중금속 농도와 BLM을 통해 계산 한 허용농도의 비를 나타낸 독성단위 값의 분포로 확률을 기반으로 한 환경허용농도 결정 기법이다. 수계 Cu 농도 예측을 위해 도입된 방법으로 미국에서도 연구 단계에 있으며 이를 토양 공극수에도 적용이 가능할 것으로 기대하며 앞서 보리의 뿌리 성장을 통해 도출된 Pb의 BLM 파라미터들을 이용하여 FMB 값을 계산하고 기준이 되는 하나의 환경허용농도 값을 구할 수 있다.

### ■ 기대효과

본 연구를 통해 시간에 따라 변화하는 환경인자들의 영향을 고려한 중금속의 독성을 예측하고 이를 반영한 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>

## 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)와는 차별적인, 생분해성과 생체적합성이 뛰어난 고부가가치 바이오플라스틱 원료물질인 polyhydroxyalkanoate(PHA)를 생산하는 것이며, 이를 위해 바이오리파이너리(biorefinery) 개념을 이용한 기술을 개발하는 것이다.

### ■ 연구내용

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

볏짚의 acid fermentation을 통해 발생한 유기산을 이용하는 종속영양미생물의 바이오플라스틱의 축적능을 확인하고 볏짚 혐기성소화를 통해 발생한 바이오가스(메탄/이산화

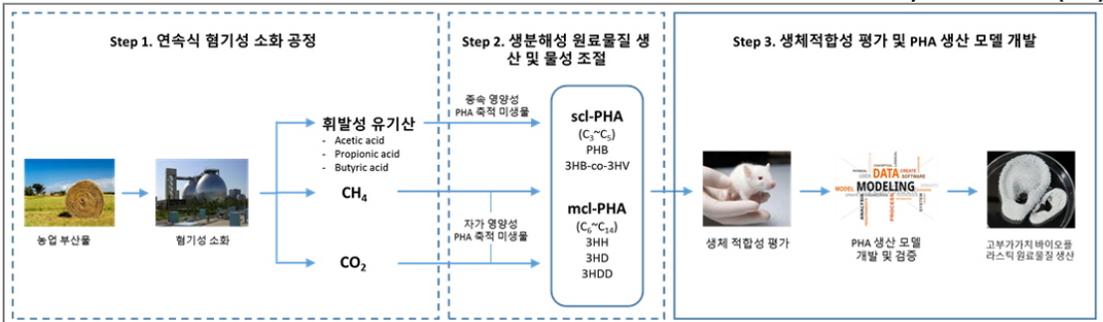
탄소)를 이용하는 종속영양미생물의 바이오플라스틱의 축적능을 확인한다. 세포독성시험, 응혈 시험, 동물 시험 등의 독성학적 평가를 통해 PHA의 생체적합성을 평가 및 검증하고, 전과정평가를 통하여 환경적, 경제적 영향을 평가한다.

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

### ■ 기대효과

기존의 생분해성 플라스틱 생산은 주로 잠재적 위험성을 가진 유전자조작미생물을 이용하지만, 본 연구에서는 바이오리파이너리 개념을 도입하여 원료물질의 성상에 따라 각기 적합한 토착미생물의 고유한 생분해성 플라스틱 축적 능력을 활용하고자 한다. 또한, 기존의 생분해성 플라스틱 생산은 화학적 중합공정을 이용하는 반면 본 연구에서는 완전한 생물학적 공정이 적용되므로 뛰어난 생분해성과 생체적합성을 가지는 바이오플라스틱을 생산할 수 있다. 본 연구를 통해서 유기성 폐기물 자원화 기술, 생물공학 기술의 환경공학적 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.

### Life Cycle Assessment (LCA)



Step 1. 연속식 혐기성 소화 공정: 농업부산물로부터 메탄, 이산화탄소, 휘발성유기물 등을 생산하는 바이오리파이너리 공정 적용 단계  
 Step 2. 생분해성 원료물질 생산 및 물성 조절: 종속 및 자가 영양성 미생물을 이용한 바이오플라스틱 원료물질 생산하는 단계  
 Step 3. 바이오플라스틱 생산 예측 모델 개발 및 생체적합성 평가: 실험적 고찰 및 수학적 모델링을 통하여 사용 용도에 적합한 바이오플라스틱 생산 예측 모델을 개발하고, 생체적합성을 평가하는 단계

# 유기성 폐자원 혐기성 발효 모델링 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.

## ■ 연구목적

pH, mixing rate, OLR 등의 주요 운전 조건에 따른 유기성 폐자원의 혐기성 발효 산물 발생량, 조성 예측 모델링 및 생분해성 플라스틱 원료물질의 생산

## ■ 연구내용

[1] 가수분해 생성물의 batch 혐기성 발효 산물 모델링 및 예측

유기성 폐자원 조성의 복잡성으로 인한 모델링에서의 한계를 해결하고자 포도당, 자일로오스, 지질 등의 가수분해 생성물에 대해서 혐기성 발효 산물의 양과 조성 모델을 구축해보고자 한다. 혐기성 발효를 통해 생성되는 물질 중 생분해성 플라스틱 원료물질인 polyhydroxyalkanoate(PHA)의 주요 원료가 되는 아세트산, 프로판산, 부틸산의 조성에 초점을 맞출 것이고, 해당 물질들의 발생에 가장 큰 영향을 미치는 OLR, mixing rate, HRT를 변화시켜가며 pH, granule distribution, 발효 산물의 조성과 양을 측정할 것이다.

[2] 유기성 폐자원의 CSTR 혐기성 발효 산물 모델링 및 예측

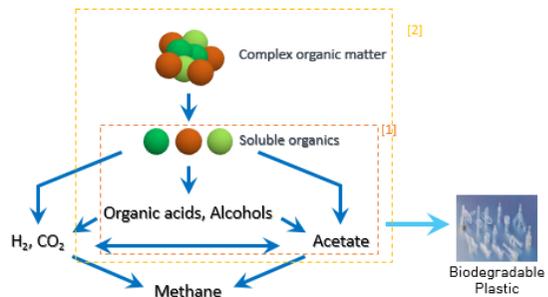
주요 가수분해산물에 대해 모델링을 완료한 후, 이를 유기성 폐자원의 혐기성 발효로 확장할 것이다. pH, mixing rate, HRT, OLR을 변화시켜 유기성 폐자원 발효 산물의 조성과 양을 측정한다. 유기성 폐자원의 조성과 가수분해 kinetic을 고려하여 혐기성 발효의 모델링을 진행하고, 목표 휘발성 유기산 조성에 도달하기 위한 운전 조건을 도출한다.

[3] 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 전과정평가를 하여 가장 합리적인 공정 조건을 제시한다.

## ■ 기대효과

주요 운전 조건에 따른 유기성 폐기물 혐기성 발효 산물의 양과 조성에 대한 모델을 구축하고, 전과정평가를 통해 경제적이고 환경영향을 최소화할 수 있는 운전 조건을 도출한다.



<유기성 폐자원의 혐기성 발효 및 생분해성 플라스틱 원료물질 생산과정>

## 철강슬래그를 활용한 중금속 안정화/고형화 기술 개발 및 통합환경안정성평가 기법확립

김상현

### ■ 연구배경

국내 대부분의 폐광산들이 적절한 조치 없이 방치되어 수질오염, 광물찌꺼기 발생(광산폐기물) 등 다양한 환경문제를 초래하고 있다. 특히 적치된 광산폐기물로부터 발생하는 낮은 pH의 침출수(산성광산배수)로 인해 광범위한 토양, 지하수의 중금속 오염이 발생하고 있다. 광산폐기물로 인한 폐광산 주변 토양의 중금속 오염방지를 위해 중금속 오염 광산폐기물에 대한 철강슬래그를 이용한 안정화/고형화 기술을 개발하고자 한다.

철강슬래그는 다량 함유된 CaO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>와 같은 산화물로 인해 탄산염화, 수산화물 형성, 표면흡착 등 다양한 기작을 통해 중금속 안정화제로 활용될 수 있다. 철강슬래그에 의해 안정화된 중금속(중금속탄산염, 중금속수산화물 등)은 용해도곱상수(solubility product constant, Ksp)가 낮아 열역학적으로 매우 안정하여 중금속 재용출 가능성이 매우 낮다. 또한 철강슬래그 첨가와 함께 MICP(Microbially Induced Carbonate Precipitation)를 적용하여 친환경 고형화 촉진기술을 개발하고자 한다. 개발된 안정화/고형화 기술의 신뢰성 확보를 위해 중금속 안정화 광산폐기물의 주변 환경 변화에 대한 환경안정성(물리적/화학적/생물학적 안정성)을 평가하고, 중금속 안정화 광산폐기물의 재이용 용도에 따른 환경위해성평가를 통해 통합환경안정성평가 방안을 마련하고자 한다.

### ■ 연구목표

철강슬래그를 활용하여 광산폐기물 내 중금속의 안정화/고형화 기술을 개발하고 이에 대한 통합환경안정성평가 기법 확립을 목표로 한다.

### ■ 연구내용

#### [1] 철강슬래그를 활용한 중금속 안정화 기술 개발

철강슬래그를 활용한 안정화 기술에 적합한 광산폐기물을 선별하고 오염 중금속의 존재형태를 파악한다. 철강슬래그의 중금속 안정화 기작을 확인하고, 광산폐기물 내 중금속 안정화를 위한 최적 조건을 도출한다.

#### [2] 철강슬래그와 MICP를 활용한 고형화 기술 개발

철강슬래그 처리를 통한 광산폐기물 고형화 효과를 정량적으로 확인하고, MICP를 적용하여 고형화 촉진 방안을 모색한다.

#### [3] 안정화/고형화 기술에 대한 통합환경안정성평가 기법 확립

안정화/고형화 기술에 대해 물리적, 화학적, 생물학적 환경안정성평가를 수행하여 기술의 안정성을 통합적으로 평가한다.

### ■ 기대효과

철강슬래그를 활용한 안정화/고형화 기술은 방치되어 있는 중금속 오염부지나 폐광산 주변 지역에 대해 중금속 정화를 위한 기술적 기반을 제공할 수 있고, 환경안정성평가를 통해 안정화/고형화 광산폐기물의 재이용에 대한 과학적 기반을 마련할 수 있을 것으로 기대된다.

### ■ 관련 연구과제

- 제강슬래그를 활용한 오염 중금속 안정화/고형화 기술 개발 및 통합환경안정성평가 기법확립 [(주)포스코]
- 슬래그 활용 광산폐기물 오염 중금속 안정화/고형화 기술개발 및 통합환경안정성평가 기법확립 [한국연구재단 신진연구지원사업]

# 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

[1] 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.

[2] 미생물 매개 탄산칼슘 침전 기술의 효율성 향상 방안 연구

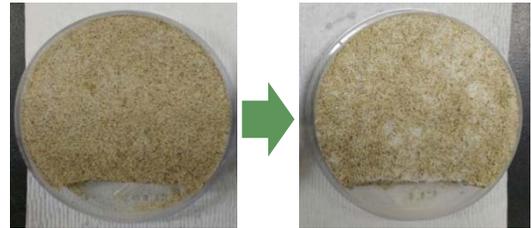
미생물 매개 탄산칼슘 침전 기술은 효소작용을 위한 미생물을 배양하여 토양에 주입하거나 토착미생물의 활동을 촉진하는 방법으로 적용되지만, 미생물을 배양하여 주입하는 것이 효율성이 높은 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 미생물 배양 및 주입과 주입 미생물의 토양 내에서의 활동을 높이기 위한 목적으로, 효소활성을 높이기 위한 미생물 배양조건 연구, 토양에의 미생물 부착 정도를 높이기 위한 연구 등을 수행한다.

## ■ 기대효과

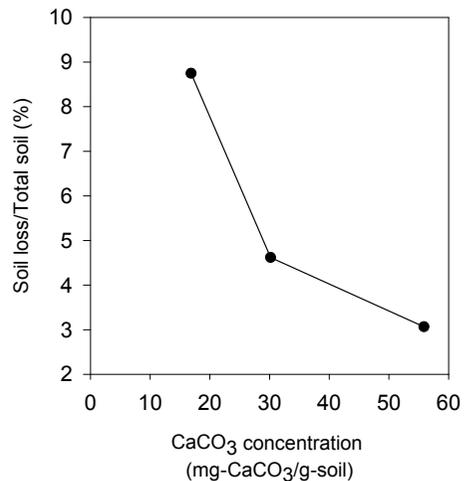
본 연구를 통해 친환경적인 중금속 오염토양 유실 방지기술을 개발하며, 본 기술의 사용을 통해 친환경적이고 경제적인 방법으로 중금속 오염토양의 유실을 방지할 수 있을 것으로 기대된다. 중금속 오염확산을 방지하는 것을 통해 부지 위해도를 효과적으로 관리할 수 있을 것이다.

## ■ 관련 연구과제

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



<MICP 적용에 따른 표면 변화>



<CaCO<sub>3</sub> 침전량 증가에 따른 토양유실률 감소>

## 갈바닉 산화를 통한 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

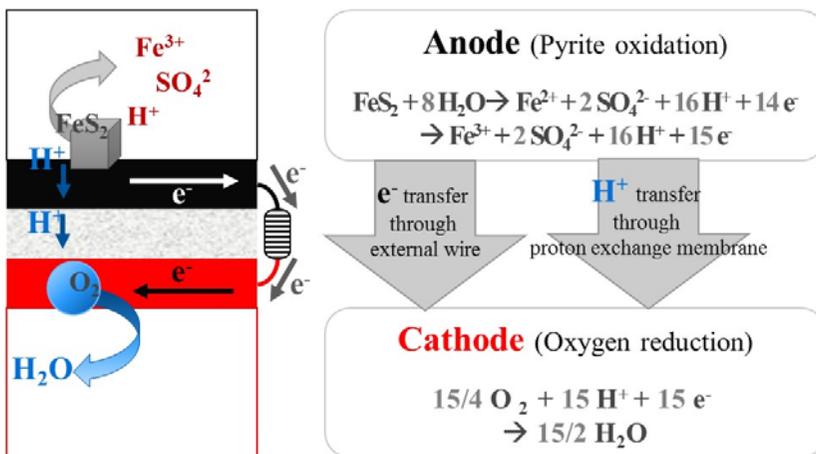
유도한다. 이 반응에서는 황철석이 전자공여체로, 전극이 전자수용체로 작용한다. 갈바닉 황철석 산화 반응을 유도하기 위하여 음극부에서는 전극의 표면에서 황철석 시료의 산화반응( $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ )이 일어나도록 하고, 공기 중 산소에 노출된 양극부에서는 산소의 환원반응( $\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ )이 일어나도록 한다.

### ■ 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 적재되어 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.

### ■ 관련 연구 과제

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



<갈바닉 산화를 통한 광산폐기물 내 황철석의 용해>

## 화학사고가 토양의 지질물리화학적 특성에 미치는 영향

### 장석재

#### ■ 연구배경

산업발전 및 화학물질 유통량의 증가와 함께, 화학물질 누출 사고가 국내에서 빈번하게 발생하고 있다. 화학물질이 토양에 누출될 경우 화학물질은 다양한 토양구성성분들과 반응하여 토양의 특성을 변화시키고 주변 환경에 영향을 끼친다. 예를 들어, 토양 내 pH 변화는 Ca, Mg, K 등의 식물 생장에 필요한 필수 양이온의 용탈, 토양 유기물의 파괴, 중금속의 이동성 증가를 야기할 수 있다. 하지만, 화학사고와 같은 극한의 조건에서의 토양 특성 변화에 대한 연구와 이로 인해 발생 할 수 있는 토양특성변화로 인한 2차적인 생태학적영향에 관한 연구는 미비한 실정이다.

#### ■ 연구목적

화학물질 누출이 토양 유기물, 중금속의 이동성, 토양의 지질학적 특성에 미치는 영향과 주변 환경 미칠 수 있는 영향을 파악하는 것을 목표로 한다.

#### ■ 연구내용

##### [1] 지질학적 특성

화학물질에 의한 토양 내 pH 변화는 Al-oxides, Fe-oxides, aluminosilicates와 같은 clay의 용해와 양이온의 용탈을 일으킬 수 있다. 본 연구에서는 화학사고발생 후를 가정하기 때문에 기존 연구와는 다르게 극한의 pH 범위(e.g. <math>pH 1</math>)에서 토양의 특성변화까지 연구한다.

##### [2] 유기물

화학물질 유출로 인하여 토양 pH가 변화하면, 토양 내에 있던 일부 토양유기물이 녹아 나와 토양 유기물 함량과 유기물의 구성이 달라지게 된다. 또한 토양 pH 변화는 분자량의 변화와 같은 유기물의 파괴를 일으킬 수 있다. 본 연구에서는 pH에 따라 변화하는 토양 유기물의 특성에 대하여 연구할 예정이다.

##### [3] 중금속

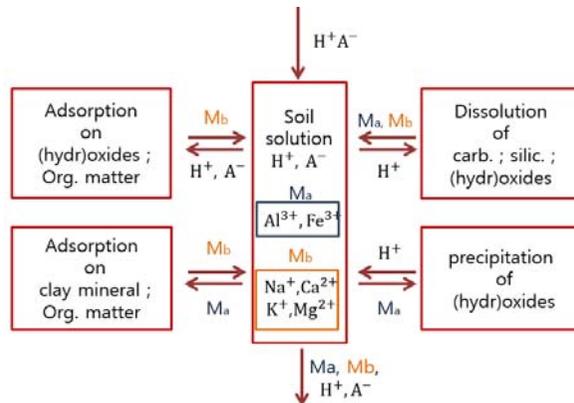
카드뮴, 납, 크롬, 구리 등의 중금속은 양쪽성(amphoteric) 물질이므로 극한의 pH 환경에서 용해도가 증가하여 이동성이 증가한다. 또한 중금속은 Oxides, 토양 유기물 등과 함께 결합하여 존재하기 때문에, Oxides의 용해, 토양 유기물의 파괴와 동시에 존재 형태와 이동성이 변화 할 수 있다. 본 연구에서는, 화학사고 발생 시 생길 수 있는 중금속의 이동성에 대하여 연구한다.

#### ■ 기대효과

본 연구는 통해 화학사고가 토양의 지질물리화학적 특성 변화에 미치는 영향에 대한 이해와 토양특성변화로 인한 2차적인 생태 영향에 관한 연구에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

#### ■ 관련 연구과제

- 화학사고로 인한 토양지하수오염 현장평가 모델 개발 [환경부 GAIA]



<Overview of process in soil reaction with acid >





입학생



장석재  
석박통합과정 입학  
(2016년 3월)  
서울대학교  
건설환경공학부 공학사



정부윤  
석사과정 입학  
(2016년 3월)  
University of Illinois at  
Urbana Champaign  
BS in Civil and  
Environmental Engineering

졸업생



유기현  
석사 졸업  
(2016년 8월)  
"TREECS와 토조 실험 장치를 이용한 TNT와 중금속의 유출 특성 및 MKP/Bentonite의 유출 적마 효과 평가,



▲ 8월 29일 서울대학교 졸업식날, 석사 학위 취득한 유기현

## 구성원 현황

### ■ 식구



Dr. 정재웅

서울대학교 농생명과학공동기기원  
선임연구원

newsted1@snu.ac.kr



석사 임진우

서울대학교 환경정화기술 및  
위해성평가연구센터 연구원

dlawlsdn@snu.ac.kr



석사 유기현

서울대학교 환경정화기술 및  
위해성평가연구센터 연구원

gihyeon007@snu.ac.kr

### ■ 박사과정 재학생



안진성

토양 공극수 내 음이온 오염물  
질의 현장특이적 위해 오염도  
평가기술 개발

an0331@snu.ac.kr



김문경

농업부산물을 이용한 고부가가  
치 바이오플라스틱 원료물질  
생산기술 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

철강슬래그를 활용한 중금속 안정화/고형화 기술 개발 및 통합환경안전성평가 기법확립

shk0311@snu.ac.kr



김병철

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

feglass@snu.ac.kr



장석재

화학사고가 토양의 지질물리학적 특성에 미치는 영향

guess216@snu.ac.kr

석사과정 재학생



양우진

오염기간에 따른 비소의 존재 형태와 식물독성 변화

diewasdf@snu.ac.kr



정부윤

Fixed Monitoring Benchmarks 기법을 이용한 토양 공극수 내 환경인자 분석 및 이를 활용한 환경허용농도 결정에 관한 연구

bjeong6@snu.ac.kr

## [특집] 장석재를 소개합니다

### ■ 신입생 공식질문

Q. 왜 대학원 진학을 결심하게 됐나요?

저는 대학에 진학할 때부터 일정분야의 전문가가 되어 자기주도적인 인생을 살고 싶은 마음이 있어왔습니다. 관심 분야를 찾기 위하여 학부 내 다양한 전공을 접하려 노력하였고, 환경 분야 대학원에 관심을 가지게 되었습니다. 그러던 중 대학원 생활이 내 인생을 설계해 나가는데 있어 꼭 필요한 경험이라는 생각이 들었습니다. 더불어, 동아리 생활과 전공수업에서 느껴왔었던 지도교수님의 인간적인 모습과 연구를 활발히 하시는 모습에 이끌려 토양환경시험실에 진학하기로 결심하게 되었습니다.

Q. 언제 행복을 느껴요?

요즘 소소한 행복을 느끼고 있습니다. 맛있는 음식을 먹을 때, 카페에서 나만 아는 것 같았던 좋아하는 노래 나왔을 때, 아침에 일어났는데 피곤하지 않을 때, 주머니에서 공공 숨겨져있던 돈을 발견했을 때, 퇴근하고 집에서 가볍게 치킨에 맥주 한잔할 때, 친구들과 수다 떨며 웃을 때 행복을 느낍니다.

Q. 대학원 학위기간동안 꼭 이루고 싶은 것이 있다면?

대학원에 입학하고 나서 몸무게가 급속도로 증가하고 있어 갑자기 걱정이 커지고 있는 중입니다. 그래서, 학위기간 동안 계속 건강하자는게 저의 목표입니다. 최근 헬스클럽에 등록하여 운동을 시작하였는데요, 학위기간 동안 계속 건강관리를 하면서 멋진 몸을 만들 예정입니다!

2016년 1월 장석재  
유럽 배낭여행중  
스페인  
톨레도에서 ▶



### ■ 석재가 궁금해!

Q. 주말엔 주로 뭘 하면서 보내나요?

저는 유튜브에서 제가 좋아하는 밴드들의 라이브 영상, 악기 연주영상, 영상클립 등을 찾아보며 주로 주말을 보냅니다. 사람들이 뛰어 노는 모습을 보면 저도 괜히 신나서 가끔씩 공연장에 찾아가기도 합니다. 요즘에는 '볼빨간사춘기'라는 가수에 꽂혀 '볼빨간사춘기'의 곡들을 연주해보고 싶은 마음이 들어 통기타를 연습하고 있기도 합니다.

Q. 연구실에 들어와서 가장 기억에 남는 일은?

연구실에서 단체로 대만학회에 다녀온 것이 기억에 남습니다. 대만학회에 참여 하면서 저녁에는 101타워, 고궁박물관 같은 근처 관광지에도 들리기도 하고, 맛집을 찾아다니며 현지음식을 먹기도 하였습니다. 이번 학회에서 부운이와 같이 학회준비를 하고 현지에서 안내도 하였는데요, 힘들기도 하였지만 그만큼 보람찬 경험이었습니다.

## [특집] 정부윤을 소개합니다

### ■ 신입생 공식질문

Q. 왜 대학원 진학을 결심하게 됐나요?

대학원 진학을 결심하게 된 계기는 학부 졸업을 할 때쯤 내 전공에 대해 더 많이 알고 싶다는 생각이 들었기 때문이에요. 막상 졸업 할 때가 다가왔는데 내가 과연 뭘 배웠는지를 생각해보니 알은 지식들 밖에 없더라고요. 물론 당시 수업을 들을 때는 어렵고 힘들었지만, 돌이켜보며 내가 과연 배운 지식들을 활용해서 뭔가 할 수 있을까 질문을 던졌을때 자신이 없었어요. 그래서 더 깊고 자세하게 내 전공에 대해 알고 싶다는 생각이 들었고 대학원 진학을 결심하게 되었어요.

Q. 언제 행복을 느껴요?

저는 저녁에 집에 와서 예능 보면서 밥 먹을때 소소한 행복을 느껴요. 하루를 마무리 한다는 그 느낌이 좋아서요. 그 순간 만큼은 아무것도 안해도 되니까 마음도 편하구요.

Q. 대학원 학위기간동안 꼭 이루고 싶은 것이 있다면?

저는 아침형 인간이 되고 싶어요. 자꾸 늦게자고 아침에 피곤하게 일어나는데 생활 패턴이 바졌으면 좋겠어요. 벌써 2학기가 지나고 있는데 지금도 아침에 겨우 일어나긴 하지만 자꾸 버릇처럼 밤에 늦게 자거든요. 졸업 할 때쯤이면 자연스레 바이오리듬이 바뀌어서 아침에도 상쾌하게 하루를 시작할 수 있었으면 좋겠어요.

### ■ 부윤이가 궁금해!

Q. 미국에서 학부를 나왔는데, 왜 한국에 왔어요?

어릴 때는 막연하게 미국에서 공부하고 거기서 살아야지 하는 동경이 있었는데 막상 미국에 가보니 생각 같지만은 않았어요. 한국에 살면서 미국에 가끔 가는건 좋을거 같은데 반대로 미국에 살면서 한국에 가끔 가게되면 외롭고 슬플 것 같았거든요. 한국에 돌아가고 싶단 생각이 들었고 자연스레 대학원도 한국 쪽으로 생각하게 되었어요. 지금은 제 선택이 만족스럽고 그렇게 하기를 잘 한 것 같아요.

Q. 동물을 각별히 좋아하는데, 그렇게 된 계기는? 주말마다 유기견 보호센터 활동을 한다 들었는데, 어떤 일인지?

어릴 때 부터 강아지와 함께 자라서 동물을 좋아했고, 유기동물 보호소 봉사활동도 초등학교 때 부터 다녔어요. 그러다보니 자연스레 구조활동이나 입양 보내는 일도 하게 되었구요. 지금은 실험동물 구조 단체에서 활동하고 있어요. 동물실험이 끝난 비글들에 대해 대학 등 연구기관에서 구조 요청이 들어오면 인수 받아서 재활치료를 거친 후 일반 가정애 입양 보내는 일을 하고 있구요. 덕분에 보람을 느끼고 있어요ㅎㅎ



2016년 12월 충남 논산에 소재한 유기견 보호센터 봉사활동중인 정부윤 ▶

## 가족 & 졸업생

### 가족



Dr. 김영진  
삼성물산  
건설부문 토목사업부 Sales 팀  
yj777.kim@samsung.com



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

### 졸업생



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



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



박주영 (06년 석사)  
Universidad de los Andes  
School of Management  
조교수  
jy.park@uniandes.edu.co



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



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



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



정재식 (09년 석사)  
 University of Florida  
 박사과정  
 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  
 dakgguang@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)  
 삼성물산  
 건설부문 플랜트 사업부  
 paul0807.lee@samsung.com



양경 (15년 박사)  
 한국환경정책평가연구원  
 환경평가본부  
 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  
기후변화대응처저자체온실가스팀  
insuni1205@keco.or.kr



임상순 (13년 석사)  
현대건설  
연구개발본부 에너지환경연구  
개발실 물/환경연구팀  
iss119@hdec.co.kr



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



임진우 (14년 석사)  
서울대학교 환경정화기술 및  
위해성평가연구센터  
연구원  
dlawlsdn@snu.ac.kr



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



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



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



유기현 (16년 석사)  
서울대학교 환경정화기술 및  
위해성평가연구센터  
연구원  
gihyeon007@snu.ac.kr

■ 신도연 (박사, 10년 졸업)

2016.11.01-2017.10.31 University of Arizona at Tucson에서 국외장기직무연수

■ 이승배 (석사, 11년 졸업)

2016.07.29 특남 (이동율)

■ 이병선 (박사, 13년 졸업)

2016.03.07-2017.03.06 University of Texas at Austin에서 국외장기직무연수

■ 양경 (박사, 15년 졸업)

2016.07 한국환경정책·평가연구원으로 이직

■ 임상순 (석사, 13년 졸업)

2016.10.28 특녀 (임채빈)

■ 정보영 (석사, 14년 졸업)

2016.09 Georgia Institute of Technology 박사과정 입학

■ 안준모 (석사, 15년 졸업)

2016.09 University of Arizona at Tucson 박사과정 입학

2016년 10월 28일 태어난  
임상순 선배님 딸 채빈 ▼



◀ 2016년 7월 29일 태어난  
이승배 선배님 아들 동율



## Memoirs

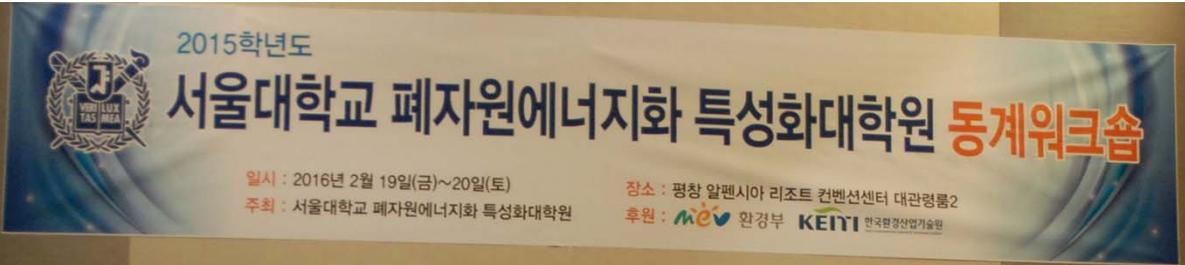
.....

겨울-연구실 MT를 다녀오며 • 48

[Cover story] 봄-정재웅 선배님 공연에 다녀오며 • 50

여름-응용생태공학회를 다녀오며 • 52

가을-3<sup>rd</sup> CLEAR 학술대회를 다녀오며 • 54



▲ 2월 19일 토양환경연구실 MT 겸 폐자원에너지화 특성화대학원에 동계워크숍에 참석한 남경필 교수님과 재학생들

2016년 2월부터 한국 대학원에서의 생활을 시작하게 되었다. 학부를 미국에서 다녔기에 단체 생활, 특히 한국 대학 특유의 문화가 낯설게 느껴졌고 막연하게 두려움도 있었다. 미국에서는 같은 과에 누가 있는지, 동기가 몇 명이며 누군지 등을 알지도 못하고 다녔던 반면 한국에서는 학과 및 학년 별로 결속이 잘 되어있는 듯 보였기 때문이다.

그런 걱정을 안고 연구실에 출근을 하게 되었고 얼마 지나지 않아 스키장으로 엠티를 가게 되었다. 전체적인 일정을 짜고 식당을 정하고 예산을 산정하는 것 모두 생소했지만 내가 연구실의 일원으로서 뭔가를 도울 수 있다는 생각에 즐겁기도 했다. 그렇지만 출발을 하기 전까지도 아직은 낯선 사람들과 2박3일을 함께 한다는 생각에 내심 걱정이 되었고, 평창 알펜시아로 가는 차 안에서 나는 말이 별로 없었다. 지금 돌이켜 생각해보니 다들 많이 챙겨주고 말도 많이 걸어주었는데 나 혼자 괜히 어렵게만 생각했던 것 같다. 첫 날 도착해서는 스키 장비를 렌트하고 숙소 체크인을 하느라 정신이 없었고 저녁 식사 준비를 위한 재료를 차에서 숙소로 옮기는데 한참이 걸렸다. 나는 스키를 타지 않았기 때문에 자연스럽게 저녁 준비 당번으로 오후 시간을 보냈다. 다른 방 신입생들과 함께 요리를 했던 것이 나에게 좋은 계기가 되어 그 후 부터는 편하게 말도 주고받으며 지내게 되었다. 복도에서 몇 번을 마주쳐도 제대로 인사조차 나는 적이 없었는데 엠티를 계기로 가까워질 수 있었다.

나는 스키를 타지 않았기 때문에 주로 저녁 시간에 사람들과 함께 할 수 있었는데, 밥 먹으면서 도란도란 얘기를 나누고 거실에 앉아서 영화를 보며 자연스럽게 가까워질 수 있어서 좋았다. 내가 먼저 다가가는 것을 어렵게만 생각했는데 막상 얘기를 나눠보니 비슷한 취미나 관심사도 있고, 진로나 공부에 대해서도 많은 조언을 얻을 수 있었다.

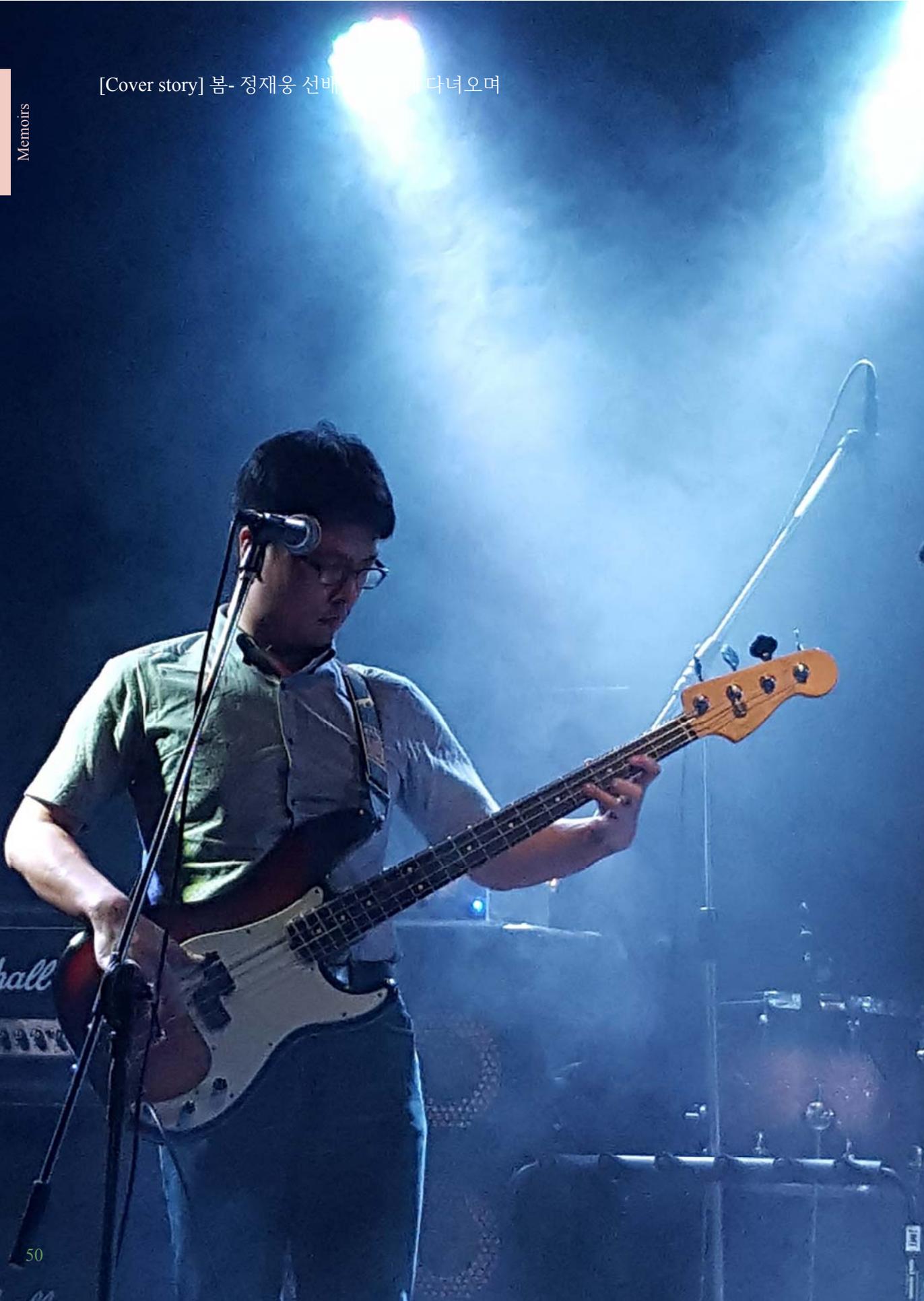
두 번째 날에는 폐자원에너지화 특성화 대학원 워크숍이 있어서 다 같이 참석했었는데 한국에서는 처음 참석하는 워크숍이라 기대가 되었다. “미활용열 에너지화 방안”에 관한 김민수 교수님의 강의, “Source Separation and Decentralization in Cities” 라는 주제로 강의 하셨던 최용주 교수님, “건설산업 지식정보의 필요성”이라는 주제로 강의 하셨던 지식호 교수님까지 세분의 교수님께서 생소하지만 흥미로운 주제에 대해 오전 시간 동안 얘기 해주셨고 다들 경청했다.

워크숍이 끝난 후 스키를 타지 않는 사람들은 모여서 뭉칠지 고민 하다가, 물놀이 시설이 있다가에 함께 갔었다. 친한 친구들과도 잘 가지 않는 수영장이라 어색하진 않을까 걱정도 잠시 되었지만 다들 스키를 좋아하지 않는다는 공통점이 있어서인지 금방 재밌게 놀 수 있었다. 그 날은 지금까지도 내 기억 속에 즐거웠던 날로 남아있다.

이외에도 연구실 사람들과 함께 고기를 구워먹거나 밤에 야식으로 무언가를 해 먹는 등 사소해 보이지만 즐거웠던 순간들이 꽤 있다. 아마 누군가에게는 시시하거나 별 거 아닌 것들일지라도 처음 경험 해보는 나에게겐 신선하고 즐거운 경험이었다. 한 가지 더 큰 변화는 엠티 후 사람들을 대하는게 더 편해졌고 예전보다 친근하게 다가갈 수 있게 되었다. 당연한 얘기겠지만 함께 있는 시간이 길어질수록 사이가 돈독해지겠다는 생각과 함께, 앞으로 남은 기간 동안 연구실 식구들과 더 가까워질 걸 거란 생각에 즐거웠다. 먼저 챙겨주고 다가와준 연구실 선배들과 동기들에게 감사함을 전하며 내년 엠티도 기대 해 본다.

-정부윤 (석사과정 2학기)

[Cover story] 봄- 정재웅 선배가 돌아와서 다녀오며



공연을 보는 것은 항상 설레는 일이다. 어떠한 장르를 불문하고… 만약에 그 공연이 아는 사람, 특히 오랜기간 함께 일하고 즐거운 사람이라면 금상첨화일 것이다. 2016년 5월 어느날. 정재웅 박사의 공연에 SQL 가족들이 초대를 받아 함께 공연을 관람할 기회를 얻었다. 어두침침하면서도 화려한 스포트라이트가 나와 뮤지션들을 빛낼 스테이지, 관객들의 심장을 터트릴 기세의 음향장비들과 악기들, 열광의 도가니를 잠시나마 식혀줄 맥주들… 무엇보다도 우리의 기대를 최고조로 올려준 베이스를 맨 재웅이형… 모든게 완벽하였다.

드럼의 비트와 함께 음악은 시작되었고 심장을 울리는 베이스, 온몸의 혈관에 전율을 울리는 일렉기타의 선율, 그리고 공연장의 분위기를 최고조로 터트린 보컬리스트의 샤우팅… 아무리 락, 메탈을 모르는 관객들도 모두 하나가되어 뮤지션들을 환호하였다. 가장 인상깊었던 베이스리스트와 보컬을 담당했던 재웅이형의 무대… 연구에 대한 열정을 베이스에 응어리를 만들어 형의 목소리로 토해낸 최고의 무대였다. 이러한 재웅형의 솔로무대는 차가운 메탈을 열정이라는 단어로 따뜻하게 환원시켰고 우리 모두의 가슴을 뜨겁게 지폈다.

-안준모 (석사 15년 졸업)

▼ 5월 14일 정재웅 선배님 공연관람하러 온 토양환경연구실 식구들, 홍대 001 Club



2016년 6월, 교수님 및 연구실 선배들과 함께 서울대학교 호암교수회관에서 개최된 응용생태공학회에 참여하게 되었다. 학회참여는 지하수도양환경학회에 이어 두 번째라, 처음 보다는 좀 더 들뜬 마음으로 참여할 수 있었다. 이번 학회 참여에서 이전과 다른 점이 있다면, 이번에는 학생도우미로 참여하였다는 것이다. 처음 학생도우미에 관해 전달 받았을 때, 내가 연구실의 일원으로서 뭔가를 도울 수 있다는 생각에 즐겁기도 하였지만 한편으로는 '실수 없이 맡은 역할을 잘 할 수 있을까'라는 생각에 내심 걱정도 되었다.

하지만, 당일 아침이 되어 학회장에 도착한 후, 학회 담당자님에게 담당업무를 전달받은 후 걱정은 없어졌다. 학생도우미가 해야 될 일은 발표 동영상 온라인 게재 서명받기와 같은 생각보다 어렵지 않은 일이었기 때문이다. 학회준비를 마치고 나서 학회 담당자님의 배려로, 호암교수회관에 있는 식당에서 아침식사를 할 수 있었는데, 정말 깜짝 놀랐다. 첫 번째로는 만원이 넘는 거금에 놀랐고, 두 번째로는 상상보다 훨씬 맛있고 다양한 메뉴의 조식뷔페가 나왔기 때문이다! 오믈렛과 케일주스 등을 푸짐히 먹고 나서, 기쁜 마음으로 할당된 발표장에 앉아 도우미 역할을 충실히 수행할 수 있었다. 아쉬운점이 있었다면, 맡은 임무가 있어 다른 발표장에도 들어가 보며 관심분야의 발표를 듣고 싶은 마음을 억눌러야 했다는 것과, 내가 있던 세션에서는 선배님들의 발표가 없다는 것이었다. 물론, 내가 있던 세션에도 다양하고 흥미로운 발표들이 있었고, 시간은 줄 모르고 경청하였던 것 같다.

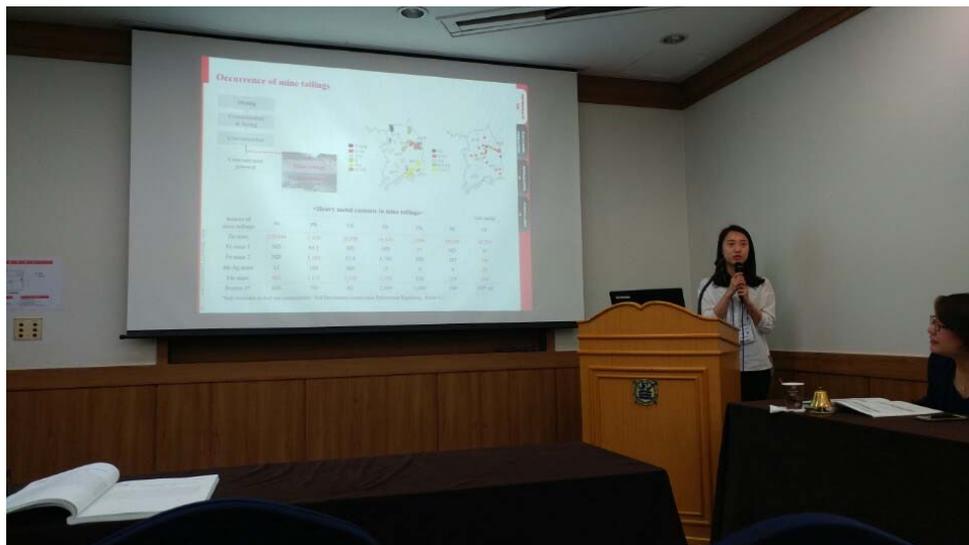
저녁시간이 되어 교수님, 선배님들과 간담회에 참여하게 되었는데, 생각지도 못한 일이 있었다. 학회도우미의 일당

을 받게 된 것이다. 생각지도 못한 선물이었다. 감사히 받으며, 다시 학회도우미를 하고 싶은 마음이 샘솟았다.

이튿날의 학회에서는 첫날보다 세션발표 적어, 학생도우미의 일은 없었고, 나는 학회장을 기쁜 마음으로 누빌 수 있었다. 먼저, 포스터 발표장에 가서 화학사고 등 관심 분야의 포스터를 유심히 보았고, 선배들이 발표하는 모습을 확인할 수 있었다. 특히 주원정 선배의 발표는 타의 모범이 되는 발표였고, '나도 선배들을 본받아 활발한 연구 활동을 해야겠다'라는 생각이 들었다.

비록 두 번째 학회였지만, 진심으로 많은 배움을 얻을 수 있었고, 세 번째 학회와 첫 번째 국제학회를 기다리고 있는 지금, 앞으로의 대학원 생활이 점점 더 기대가 되는 중이다.

-장석재 (석박통합과정 2학기)



6월 30일 응용생태공학회 학술대회에서 발표하고 있는 주원정 ▲

▼ 6월 30일 응용생태공학회 학술대회에 참석한 토양환경연구실 재학생들



## 가을- 3rd CLEAR 학술대회를 다녀오며

2016년 11월 20-23일, 교수님 및 연구실 선후배님들과 함께 대만 Taipei의 NTU(National Taiwan University)에서 개최된 3rd CLEAR 학술대회에 참석하였습니다. 저는 개인적인 사정으로 급작스럽게 참석을 결정하여 발표는 하지 않고 동행했습니다. (>\_<) 어찌됐든 지난 3년여간 국외 학술대회에 참석하지 않고 있다가 오래간만에 참석하는 것이었기 때문에 기대와 긴장이 뒤섞인 채 대만에 도착하였습니다.

대만 식당을 예약까지 해두는 철두철미한 가이드(장석재, 정부윤 신입생들)의 계획 하에 편하게 교통수단을 이용하였고 맛있는 식당에서 음식을 먹을 수 있었습니다. 마지막 날 공항으로 가는 길에 일행을 나눠 택시를 타려고 할 때 어느 공항으로 가면 될지를 묻는 기사님의 질문에 당황하는 우리를 보면서, ‘우리가 아무것도 모르고 있다는 사실도 모를 만큼’ 완벽한 가이드였음에, 또 ‘석재야~, 부윤아~’만 부르면 모든 게 해결됐음에 감탄했고, 또 고마웠습니다.

도착당일은 학회일정이 없었기 때문에 대만고궁박물관에 방문했습니다. 옥배추, 동파육육, 상아공의 3대 걸작을 전시해놓은 세계적인 박물관이었고, 따라서 3대 걸작을 빠르게 둘러보고 나왔습니다. (ㅎㅎ) 한국에 돌아와서 검색을 통해 알게 된 사실이지만 옥배추의 청색은 청나라를, 흰색은 명나라를 뜻한다고 합니다. 청나라로부터 옥을 가공하도록 위협을 받은 명나라 장인이 어쩔 수 없이 제작하면서,

배추 위에 메뚜기를 조각하여 청색(청나라)을 감아먹길 염원했다고 합니다. 장인이 본인의 철학을 가지고 깊은 뜻을 담아 명품을 만들어내듯이 우리 연구자들 또한 연구에 철학과 뜻을 담을 수 있도록 노력해야겠다는 다짐을 하였습니다. (ㅋㅋ) 이후, 현지음식경험파와 귀찮음파로 나뉘어 저녁을 먹었습니다. 저는 귀찮음파에 속하여 숙소아래의 일본음식점에서 ‘잘 모를 때는 비싼 술이 맛있다’는 교수님의 술 고르기 비법을 전수받으며 저녁을 먹고 하루를 마무리했습니다.

둘째 날과 셋째 날은 SQL 학생들의 발표가 있었습니다. ‘내가 저 또래/연차였을 때도 저럴 수 있었나’ 싶을 정도로 모두들 훌륭하게 본인의 연구결과를 발표하였습니다. 다양한 기관에서 수행하고 있는 다양한 연구주제를 접하며, 저 또한 빨리 연구를 진행시켜서 학술대회 발표를 통해 제 연구를 자랑하고 싶은 마음이 커진 시간이었습니다. 학회일정을 마친 후에는 Taipei101의 Din Tai Fung과 KIKI restaurant에서 저녁식사와 함께 가벼운 술자리를 함께 가지며, 일정을 마무리 했습니다.

수년 만에 다시 찾은 국외 학술대회에서 수년 만에 교수님, 선후배님들과 오랜 시간을 함께 보내면서, 방전되었던 에너지를 회복할 수 있었던 소중한 시간이었습니다◎

- 안진성 (박사과정 5학기)

11월 22일 NTU 근처 버블티 맛집에서 버블티 분배하고 있는 가이드, 장석재 ▼



▲ 11월 20일 대만고궁박물관에서 관람한 옥배추





▲ 11월 20-22일 CLEAR 학술대회에 참석한 남경필 교수님과 토양환경연구실 식구들

11월 22일 KIKI 음식점에서 ▼





# Photo Album

.....

1월 5일, 2016 병신년 맞이 환경공학연구실 신년하례식, 서울대 35동 316호



1월 5일, 신년 맞이 토양환경실험실과 수질환경실험실이 함께 하는 떡국 식사, 낙성대역 백상갈비



1월 15일, (구)임기광산 폐석 샘플링, 부산



2월 4일, 장석재, 정부운 신입생환영회, 서울대 BBQ



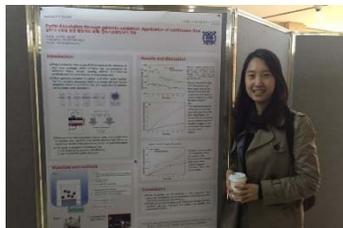
3월 10일, 봄학기 개강회식, 낙성대역 제주상회



3월 13-16일, 250th ACS National Meeting, San Diego, USA



4월 14-15일, 한국지하수토양환경학회 춘계학술대회, 서울대 호암교수회관



5월 14일, 정재웅 박사 공연, 흥대 001 Club



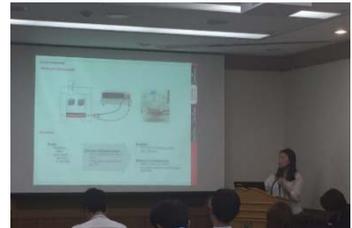
5월 18일, 환경공학연구실 스승의 날 행사, 서울대 교수회관



6월 21일, 봄학기 종강회식, 서울대입구역 외래향



6월 30일, 응용생태공학회 학술대회, 호암교수회관



7월 9일, 남경필 교수님 생신



7월 20일, 박주영 선배님 방문, 서울대



8월 29일, 유기현 석사 졸업식



9월 7일, 가을학기 개강회식, 서울대입구역 남고집



10월 4-7일, SETAC-AU 2016, Tasmania, Australia



10월 13-14일, 한국지하수토양환경학회 추계학술대회, 대전 한남대학교



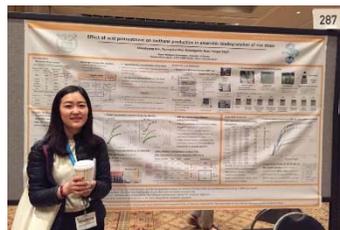
10월 19일, 정재웅 박사 생일파티, 낙성대역 곰창고



10월 27일, 건설환경공학부 대학원생 체육대회, 관악구민운동장



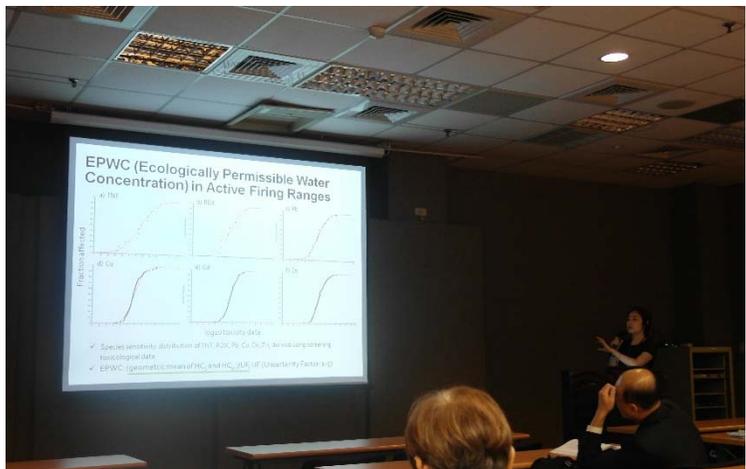
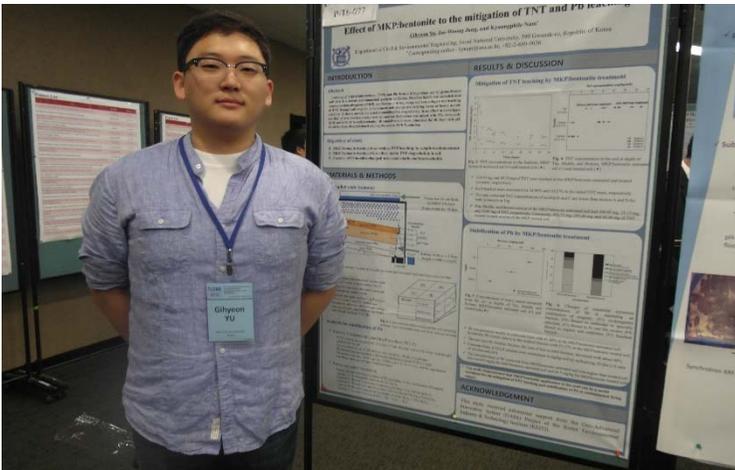
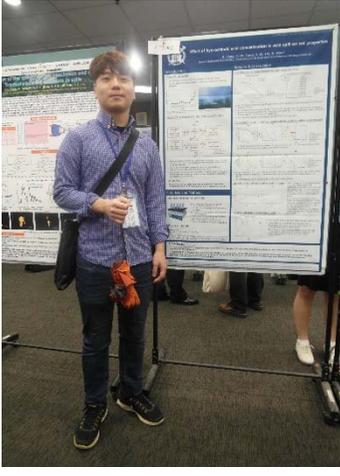
11월 5-10일, SETAC North America 37th Annual Meeting, Orlando, USA



11월 16-17일, 대한환경공학회 국내학술대회, 경주 화백컨벤션센터



11월 20-23일, 3rd International Conference on CLEAR, Taipei, Thailand



11월 20-23일, 토양환경연구실 가을 MT, Taipei, Taiwan



교수님께서 사주신 가죽팔찌 ♥



12월 10일, 재학생과 졸업생이 함께 하는 토양환경연구실 연말파티, 서초역 미유키





정재웅

2016년 한 해 다들 수고 많았습니다. 저는 개인적으로는 힘든 일도 많았지만 제 스스로 올해 참 열심히 살았다는 자부심도 가지고 있습니다. 토양방식구들도 본인 스스로 칭찬하면서 한 해 마무리 했으면 좋겠습니다.

오전 10:40



임진우

올 한해도 매력적인 연구실 선후배분들, 교수님과 함께 할 수 있어 즐거웠습니다. 개인적으로는 안정적으로 유학준비를 마무리 할 수 있어 감사했습니다.

오전 10:50



김문경

2016년 한 해를 돌이켜보면 무엇보다도 서로 더욱 돈독해진 연구실 사람들이 먼저 떠오르네요. 서로 힘이 되어주고 함께 즐거울 수 있는 분들과 함께 2017년에도 많은 추억 쌓으며 좋은 연구 할 수 있었으면 좋겠습니다 :)

오전 10:50



김상현

2016년은 작년, 재작년보다도 특히 더 연구실분들 덕분에 즐겁게 보낼 수 있었던 것 같아요. 모두들 기분 좋게 한 해 마무리하시고 내년도 기분 좋게 시작하셨으면 좋겠습니다~

오전 10:56



안진성

올 한해도 모두들 건강하게 (크게 아프지않고) 열심히 공부하면서 보낼 수 있어서 감사했습니다. 내년에는 모두들 더욱 건강하고, 더욱 좋은 연구하는 한 해가 되길 바랍니다.

오전 11:52



주원정

토양환경실현실에 들어온 이래로 항상 도움을 많이 받았습니다. 2016년도는 특히 더 많은 도움을 받았던 해였습니다. 2017년도부터는 저도 도움을 줄 수 있는 사람이 될 수 있도록 하겠습니다 :D 화이팅!

오전 11:58



신유나

2016년 모두 수고하셨습니다!

3

오전 11:59



남택우

2016년 모두 수고하셨습니다!

3

오전 11:59



정부윤

2016년은 저에게는 새로운 출발이 있었던 의미있는 한 해였습니다. 학부 졸업 후 2월부터 한국에서 사회 생활을 시작했고 다양한 사람들과 관계를 형성할 수 있어서 즐거웠습니다. 모두 한 해 마무리 잘 하시고 내년에도 기분 좋은 일만 가득했으면 좋겠어요.

3  
오후 2:39



정현용

박사과정생으로서 첫해였던 올해는 이런저런 일을 맡으면서 부담감과 함께 부족함을 많이 느낀 한해였습니다. 올해의 경험을 통해 새해에는 보다 발전할 수 있도록 노력해야겠습니다.

3  
오후 2:42



유기현

인생은 타이밍이고 자신이 누울 자리를 잘 보고 누워야 한다는 것을 배웠습니다. 내년에는 잘 해야겠습니다. 과유불급 언제나 겸손하게 사는 새해이길 바랍니다.

3  
오후 2:45



김병철

정말 많은 일이 있어서 금방 지나간 한해였습니다. 전문연구요원을 합격해 좋았지만 개인적으로는 아쉬움이 많이 남습니다. 잘 마무리해서 새로운 한 해를 잘 맞이해야겠습니다!

3  
오후 3:42



장석재

2016년 토양환경실�험실에서 뜻 깊은 한해 보내며 많은 것을 배웠습니다. 연말 잘 마무리 하시고 내년에도 건강하고 즐거운 한해 되었으면 좋겠습니다.

3  
오후 3:44



양우진

2016년 모두 수고하셨습니다!

3  
오후 3:45



모두 2016년동안 수고하셨습니다! 🍷

2017년에도 칭찬받는 토양환경연구실, 매력적인 토양환경연구실, 즐겁고 건강한 토양환경연구실, 겸손한 토양환경연구실 되도록 해요!

Merry Christmas & Happy New Year 🍷

3  
오후 3:46

