

# 環境思いの修復技術と資源回収技術の開発

## Development of Environmental Friendly Remediation Technologies and Resource Recovery Technologies



教授 井上 千弘  
Professor  
Chihiro Inoue



准教授 グラウゼ ギド  
Associate Professor  
Guido Grause



助教 簡 梅芳  
Assistant Professor  
Mei-Fang Chien



助教 中村 公亮  
Assistant Professor  
Kousuke Nakamura  
(until Sep. 2016)

博士研究員 黄 毅  
研究支援者 趙 成珍  
技術補佐員 山本 麻理  
事務補佐員 工藤 悦子



Group photo of Inoue lab members at year-end party 2016

Nowadays, contamination of soil and groundwater by heavy metals and persistent organic compounds such as chlorinated organic compounds and petroleum hydrocarbons has been a serious environmental issue of concern. Besides, there is a growing demand of underground resources. However, effective methods to remove the dispersed pollutants and recover them as resources with low environmental burden have not been developed and thus remained a challenge. Our target is to develop remediation technologies and resource recovery technologies with reduced cost, less energy demand and reduced environmental load. Here we introduce our major scientific activities in 2016 as follows. (i) applicable phyto- and bio-remediation of heavy metals from the polluted soil, (ii) microbial degradation of chlorinated organic compounds and petroleum hydrocarbons, (iii) stabilization of coal ash to prevent elution of hazardous compounds and the creation of a microbial fuel cell for nitrogen removal, (iv) physical/chemical/bio-leaching methods from low-grade ore or bio-extraction technics for rare metals.

### 植物・微生物を用いた有害重金属化合物による 土壌・水環境汚染の修復に関する研究

カドミウムによる土壌・水環境汚染の修復について、宮城県内の圃場においてカドミウム超蓄積植物のハクサンハタザオを用いた継続5年目の実証試験を行っている(東北学院大学、民間企業と共同研究)。また、ハクサンハタザオを用いたカドミウム含有鉱山廃水処理に関する研究を行っている(石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)と共同研究)(Fig.1)。ヒ素による土壌・水環境汚染の修復では、ヒ素超蓄積植物のモエジマシダとイノモトソウの野外栽培試験を行い、寒冷地における栽培適性の検証と根圏微生物の添加によるシダのヒ素蓄積量の向上を調査し続けている。また、モエジマシダとオオバノモトソウによるヒ素の環境基準を超過した浸出水の汚染修復試験も昨年度に引き続き行っている(民間企業との共同研究)。基礎研究として(a)超蓄積植物の各金属に対する吸収挙動および植物体内における金属の化学形態変化の時期・部位の解析(Fig.2)、(b)放射線同位体を用いた超蓄積植物体内の金属輸送機序の解明を開始している。また、(c)汚染除去に使用済みの植物バイオマスの有効利用についての研究も継続している。

それぞれの菌株は異なるジクロロベンゼンの構造異性体に分解能を示すことと、それらの菌株が所持する分解酵素は二つのグループに属することを把握した。また、1, 4-ジオキサンを含む地下水を用いて、1, 4-ジオキサンを分解する集積培養系の構築に成功し、分解能を示す微生物を取得中である(民間企業との共同研究)。

### 有害化合物の放出を低減する技術および有用化合物の回収技術の開発に関する研究

石炭灰中の微量有害元素の溶出を防ぐ技術の開発においては、石炭灰試料の組成と養生効果との関係から溶出抑制のメカニズムについて解明を進めている(秋田大学・民間企業と共同研究)。また、廃水中の窒素成分除去を主目的とした微生物燃料電池の作製に関する研究を開始し、その評価を行っている。有用化合物の回収研究では、低品位黄銅鉱のヒープリーチングに有用な微生物の研究、および黄銅鉱の浸出メカニズムに関する研究を行っている(JOGMECと共同研究)。また、希少金属(レアメタル)の持続可能な資源利用を目指し、モリブデンを吸着する酵母の作製に成功し、吸着条件の検討を深めている。

### 難分解性有機化合物の生物分解に関する研究

有機塩素化合物の生物分解について、微生物の集積培養系からジクロロベンゼンを効率よく分解する微生物を6株単離・同定した。それ



Fig.1 A filed trial of leachate treatment by *Arabidopsis halleri* ssp., in which a closed-up photo of hydroponic cultivation is in bottom left.

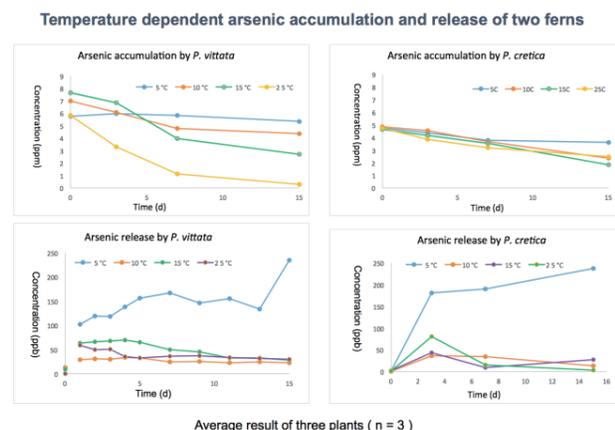


Fig.2 Temperature dependent As accumulation and release of two *Pteris* ferns.

### 国際交流および海外研究者・交換留学生受け入れ等

中国上海大学理学部、東華大学環境科学部訪問(井上教授、簡助教)。中国湖南省環境保護庁、中南大学冶金と環境学部訪問(井上教授、簡助教、学生3名)(Fig.3)。タイ工業省を訪問し土壌汚染修復に関する講演を行った(井上教授)。インドネシアのバンドンにてInstitute Technology Bandungと共催のシンポジウムを開催した(Guido Grause 准教授)(Fig.4)。台湾 Academia Sinica Biodiversity Research Center、中興大学訪問(簡助教)。バングラデシュ Jahangirnagar 大学の前副学長である Jasim Uddin Ahmad 教授が来訪。タイ Kasetsart 大学工学部環境工学科の Sanya Sirivithayapakorn 准教授が来訪(Fig.5)。中国国家留学基金管理委员会(CSC)の交流プログラムとして、中国吉林大学の張玉玲准教授と清華大学の章真怡助教を受け入れ、共同研究を行った(ともに2016年12月まで)。中国吉林大学地下水科学工学研究科院生李睿さんと李碩さんの学術訪問を受け入れた。同大学環境工学研究科院生の劉子剣さんを特別訪問研修生として受け入れた(2016年10月から3ヶ月)。

### 招待講演および学会発表、その他活動

【招待講演】  
井上教授が中国上海大学、東華大学、中南大学にて、簡助教が韓国の土壌地下水環境学会主催の2016 Conference of Soil and Groundwater Environment 学会にて招待講演を行った。

【国際学会発表】  
The 10th International Conference on Remediation of Chlorinated and Recalcitrant Compounds (アメリカ・カリフォルニア)にて1件(D3 崔)、the 26th Goldschmidt Conference (日本・横浜)にて1件(M2 工藤)、the 13th International Phytotechnologies Conference(中国・杭州)にて3件(D2 Farzana, M2 牧田, M2 魏)の研究発表を行った(Fig.6)。

【その他活動】  
簡助教が本学の女性研究者発表・交流会「第2回 TUMUG Forum」にて講演を行った。



Fig.3 Group photo of visiting Central South University, China



Fig.4 Group photo of the symposium under the Future Earth project

### 教育

現在の在籍学生:D3 3名、D2 2名、D1 2名、M2 5名、M1 7名、研究生 4名、B4 5名、B3 3名、このうち留学生:ハンガリー 1名、中国 7名、バングラデシュ 1名、フィリピン 1名、韓国 1名、インドネシア 1名、チリ 1名、ペルー 1名

### 奨学金採択・その他受賞

日本政府奨学金留学生: 崔 (D3)、Stari (M1)、Ascencio (B3)。インドネシア政府奨学金奨学生: Wiyone (M1)。中国国家留学基金管理委员会奨学生: 楊(研究生)。佐藤陽国際奨学金: Dominguez (D1)。青葉工学振興財団奨学金: Farzana (D2)。グローバル安全学トップリーダー育成プログラム(東北大学)リーディング院生: 関 (M2)、魏 (M2)。

池田直也 (M1) が学部卒業時(2016年3月)に東北大学総長賞を受賞した。崔 炯 (D3) が環境科学研究科奨学賞を受賞した。John Jewish Arellano Dominguez (D1) はフィリピン大使館の Paghayo sa Taglagas 2016 イベントに招聘され、留学生として表彰状を受領した。簡助教が本学の「社の都女性研究者エンパワメント推進事業」女性リーダー育成制度に採択された。

### 特筆すべき業績

We have won several scholarships and awards for our studies. There are 31 students in our lab from Bachelor to Ph.D. course including 14 foreign students, 9 of them with awarded scholarships. Naoya Ikeda (M1) was awarded from the president of Tohoku University for his bachelor thesis. Ge Cui (D3) earned a scholarship fund from the Graduate School of Environmental Studies. John Jewish Arellano Dominguez (D1) was invited to the Paghayo sa Taglagas 2016 held by the embassy of the Philippines and won a commendation certificate.

We have also published many papers in international journals and proceedings, which please refer to our achievement list in the end of this report.



Fig.5 Group photo of receiving a visit from Kasetsart University, Thai



Fig.6 Group photo in the 13th International Phytotechnologies Conference