

環境調和型バイオテクノロジーによる 汚染浄化と資源回収技術の開発

Development of Environmental Friendly Biotechnologies
for Pollution Remediation and Resource Recovery



教授 井上 千弘
Professor
Chihiro Inoue

当研究室は、深刻化している重金属や難分解性有機化合物による土壌・地下水の環境汚染、および鉱物やエネルギー資源枯渇問題を解決する有効な手法として、生物機能を活かした低コスト・低環境負荷の環境修復技術や資源回収技術により解決することを目指し、これらの技術開発に関する研究を行っている。以下 2022 年の主な研究活動を紹介します：(1) 植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、(2) 複合生物系を利用した環境技術の開発に関する研究、(3) 生物工学的資源循環プロセスの構築に関する研究。

The contamination of soil and groundwater by heavy metals and persistent organic pollutants has been a serious environmental issue of global concern. Moreover, the depletion of certain mineral and energy resources is approaching. However, effective pollution removal and resource recovery methods with low environmental burdens have not been successfully developed and thus remain a challenge. Our target is to develop remediation and resource recovery technologies that reduce costs, energy demands, and environmental loads. Here, we introduce our major scientific activities in 2022: (1) phytoremediation of heavy metals from polluted soil and water, (2) research on the development of environmental technology using complex biological systems, and (3) research on the construction of bioengineering-resource recycling processes.

植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

ヒ素 (As) やカドミウム (Cd) による土壌・水環境汚染の修復について、それぞれの高蓄積植物 (As: オオバノイノモトソウ, Cd: ハクサンハタザオ) を用いた基礎研究及び実証試験を継続し、今年 (1) 温帯植物のオオバノイノモトソウを亜寒帯地域に長期栽培し、ヒ素除去効果を実証した (Fig.1)。 (2) ハクサンハタザオは Cd を細胞壁や液胞など代謝の少ない部位に輸送・貯蔵することで Cd の高蓄積と毒性回避を同時可能にすることを確認した。

Phytoremediation of heavy metals from polluted soil and water

Regarding the phytoremediation of arsenic (As) and cadmium (Cd) from contaminated soil or water, we have continued the basic research on and demonstration of hyperaccumulators *Pteris cretica* (As) and *Arabidopsis halleri* ssp. *gemmifera* (Cd). First, in 2022, we carried out a long-term field trial of *P. cretica* in a subarctic area in Miyagi Prefecture and demonstrated its effectiveness in As removal (Fig.1). Second, we confirmed that *A. halleri* ssp. *gemmifera* transported and stored Cd in low-metabolizing sites such as cell walls and vacuoles, which enabled high Cd accumulation and avoidance of Cd toxicity.

複合生物系による環境技術の開発に関する研究

複合生物系・生物機能による環境技術の実用化に必要な環境・生物間相互作用の解明および機能予測を、ネットワーク解析を含むデータサイエンスの手法を取り入れて行っている。具体的には、モエジマシダの根圏微生物叢と代謝産物に対し、バイオインフォマティクスの手法による網羅的解析 (multi-omics) を行い、根圏に分泌され

Research on the development of environmental technology using complex biological systems

For the practical application of complex biological systems to environmental technologies, we have applied data science approaches, including network analysis and machine learning, to elucidate and predict the functions and interactions among organisms in the system, which is necessary for practical use. Particularly, we conducted a comprehensive analysis of the rhizosphere microbiome and metabolites of *P. vittata* via



Fig.1 Photo of *Pteris cretica* in the field with a close-up view in the upper right corner

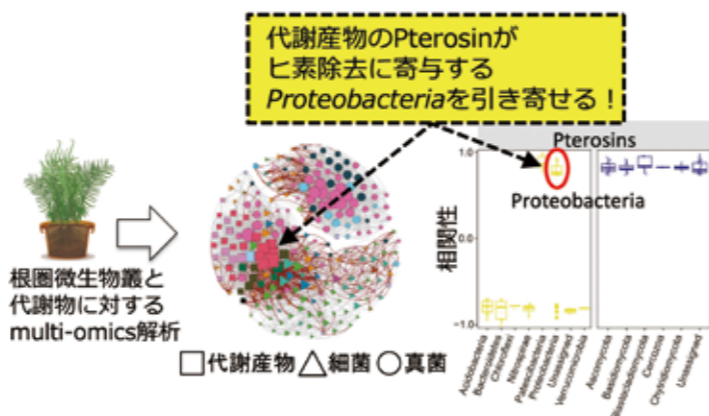


Fig.2 Multi-omics analysis to reveal plant-microbe interactions during phytoextraction



助教 簡 梅芳
Assistant Professor
Mei-Fang Chien

- 博士研究員 黄田 毅
- 技術補佐員 山本 麻理
- 横坂 かおり
- 青木 静
- 事務補佐員 工藤 悦子



2022 year end party

た pterodin はヒ素除去に寄与する微生物を引き寄せることを見出し、ヒ素除去の効率化に重要な条件の一つ明らかにした (Fig.2)。

生物工学的資源循環プロセスの構築に関する研究

生物による金属資源の回収を目的とし、微生物の金属吸着形質を付加したシアメタルの Mo と Ni の吸着酵母の作製に成功している。回収プロセスの構築に向けた微生物の固定化技術についても検討している。廃棄系バイオマスからのエネルギー生産を狙い、合成生物学の技術を取り入れた生物工学プロセスを構築し、廃棄バイオマスからのグルコースと同等のバイオエタノール転換効率を達成した (Fig.3)。

受賞・登用

簡梅芳 (助教)

- ・第五回東北大学優秀女性研究者賞「紫千代萩賞」植物・微生物による環境浄化機構の解明および有効利用の研究 (Fig.4)
- ・第六回バイオインダストリー協会奨励賞 生物学的環境技術の効率化に寄与する生物間相互作用の解明と応用展開 (Fig.5)

工藤宏史 (D3)、韓凝 (D2)、Agni Lili Ariyanti (D2)

- ・東北大学 JST 次世代研究者挑戦的研究プログラム 継続

学会発表、その他活動

国内学会では 10 月に生物工学会、11 月環境バイオテクノロジー学会において、簡助教、D3 工藤、D2 韓、Arriyanti、M2 三村、Jittayasotorn、M1 小嶋により計 7 件の発表を行った (Fig.6)。国際学会では 8 月に D3 の Sari と D2 の Arriyanti が 2nd International Conference on Environmental Socio-Economic, and Health Impacts of Degraded and Mining Lands に、11 月に D3 の Stephanie が 24th International Biohydrometallurgy Symposium にそれぞれ口頭発表を行った。

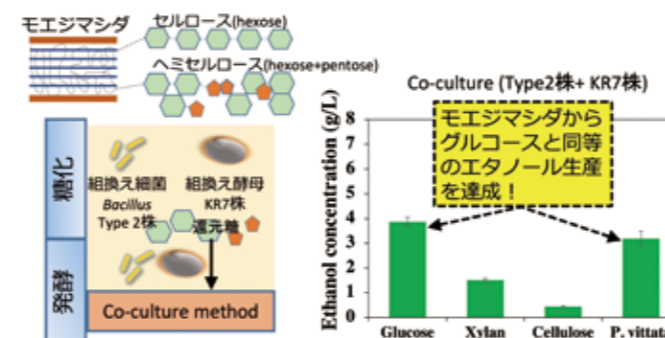


Fig.3 Bioprocess which efficient transfers waste phytomass to bioethanol

multi-omics approaches and found that pterodins secreted to the rhizosphere attracted microorganisms that contribute to As removal, which revealed an important hint to efficient As removal (Fig.2).

Research on the construction of bioengineering-resource recycling processes

Aiming at the recovery of metal resources through a biological process, we have succeeded in producing adsorption yeast for rare metals Mo and Ni by adding metal adsorption traits of microorganisms. We are also studying technology that can immobilize microorganisms for the construction of a recovery process. Aiming to produce energy from waste biomass, we have constructed a bioengineering process that employs synthetic biological technology and have achieved bioethanol conversion efficiency equivalent to that of glucose from waste biomass (Fig.3).

Awards and appointments

Dr. Chien

- ・Murasaki Sendai Hagi Award from Tohoku University for work entitled “Elucidation and effective utilization of environmental purification mechanisms by plants and microorganisms” (Fig.4)
- ・Encouragement Award from the Japan Bioindustry Association for work entitled “Elucidation and application of the interactions among organisms that contribute to improving the efficiency of biological environmental technologies” (Fig.5)

Mr. Kudo (D3), Ms. Han (D2), Ms. Ariyanti (D2)

- ・Tohoku University Advanced Graduate School Pioneering Research Support Project for PhD Students

Presentations in conferences

Dr. Chien, Mr. Kudo (D3), Ms. Han (Dr), Ms. Ariyanti (D2), Mr. Mimura (M2), Mr. Jittayasotorn (M2), and Mr. Kojima (M1) gave presentations at domestic conferences (Fig.6). Ms. Sari, Ms. Ariyanti, and Ms. Stephanie gave presentations at international conferences.

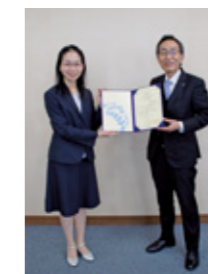


Fig.4 Photo of Assist. Prof. Chien in Ceremony of Murasaki Sendai Hagi Award from Tohoku University



Fig.5 Photo of Assist. Prof. Chien in Ceremony of Encouragement Award from the JBA



Fig.6 Group photo in annual meeting of Japan Society for Environmental Biotechnology