

自己評価報告書

平成23年 4 月 7 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究 (B)

研究期間：2008~2011

課題番号：20380087

研究課題名 (和文) 中国の鉱山性荒廃地における微生物多様性を活用した植生回復に関する研究

研究課題名 (英文) Phytoremediation of heavy-metal contaminated soils in mining areas in China using mycorrhizal fungi

研究代表者

練 春蘭 (LIAN CHUNLAN)

東京大学・アジア生物資源環境研究センター・准教授

研究者番号：40376695

研究分野：

科研費の分科・細目：森林学・森林科学

キーワード：森林生態・保護・保全

1. 研究計画の概要

中国における重金属鉱山資源の開発と利用は、経済発展に不可欠なものとなっている。しかしその一方で、鉱山やその周辺地域での乱開発による重金属汚染は極めて深刻である。鉱山の乱開発は植生と耕地を直接破壊するだけでなく、鉱石の洗浄で生じる未処理の廃水が河川と土壌を汚染する。また、砂礫など大量の固形廃棄物が広大な土地に山積みされ、雨水による風化によって重金属が溶出し、周辺の広い土地を汚染する。

鉱山性荒廃地から溶出する有害物質を軽減するには、植生による被覆によって雨水での急激な風化を防ぐことが重要である。また、植生が回復するによって植物体や土壌有機物へ有害物質が固定されることも有害物質の溶出抑制に繋がる。こうしたことから、鉱山性荒廃地における森林の再生は汚染問題の効果的な解決法の一つである。そこで、本研究の目的は菌根菌を利用することにより、より効果的な鉱山性荒廃地での森林再生法を考案する。

本研究では野外調査によって現地で定着している菌根菌の群集構造と植生回復への影響を明らかにするとともに、野外で得られた知見に基づいた室内実験によって菌根菌による重金属耐性の促進メカニズムを明らかにすることを目標とする。それぞれの具体的目標設定は以下の通り。

(1) 野外調査

中国での異なる重金属鉱山性荒廃地 (銅、鉛、亜鉛など) を対象とし、複数の樹木種と共生する菌根菌を調べ、鉱山荒廃地に特異的な外生菌根菌の群集構造を明らかにする。

(2) 室内実験

これまでの研究では単独種を対象とした実

験が多く行われてきたが、自然環境下では複数の菌種が共生することが一般的である。そこで、1) で得られた知見を基に、各荒廃地に特異な菌根菌を単独・複数種で植物に接種し、耐性促進の生理的メカニズムを明らかにする。複数種の接種では、競争を想定して同一根系に複数種を接種するもの (複数種混合接種) と、競争を回避するために異なる根系に接種するもの (複数種隔離接種) の2つの方法で行うことで菌根菌間の相互作用のメカニズムを解明する。

2. 研究の進捗状況

(1) 異なった重金属鉱山性荒廃地における菌根菌群集構造の解析

中国の安徽省銅陵市銅鉱山、江蘇省湯山市銅鉱山、江西省徳興市銅鉱山と湖南省湘潭市マンガン鉱山、冷水江市チタン鉱山、花垣市鉛・亜鉛鉱山、岳陽市桃林鉛・亜鉛鉱山の荒廃地と周辺の植生非破壊地に生育している馬尾松とコナラ属から菌根を分離した。その結果、一般的な森林と比べ、汚染地では、菌根菌感染率は低く (34%)、種の多様性も低いことが分かった。また、徳興市銅鉱山荒廃地から、採集した外生菌根菌の中から、重金属銅に耐性のある2種を分離した。

(2) 樹木苗の定着と成長に対する外生菌根菌の影響

安徽省銅陵市銅鉱山と湖南省湘潭市マンガン鉱山、二カ所の荒廃地に菌根菌 (*Pisolithus* spp.、*Cenococcum geophilum*、*Laccaria laccata*) に感染した当年生実生 (アカマツ、*Quercus* spp.) を植え、その生存調査を行った。*Quercus* spp. については、生存率は感染と未感染の間で有意差が見られなかった (60%)。一方、アカマツでは、感染

した実生の生存率（40%）は未感染（5%）と比べ、顕著に高かった。

（3）菌糸培養実験系を用いた異なる外生菌根菌種の銅（Cu）と亜鉛（Zn）耐性メカニズムの解明

50種の外生菌根菌について、それぞれの銅と亜鉛への耐性を調べた結果、菌種によって銅と亜鉛への耐性が異なることが分かった。菌糸の成長量を指標として各菌種の耐性を評価したところ、7菌種は高濃度の銅に耐性を示す一方で、高濃度の亜鉛に耐性がなかったことと、10種は高濃度の亜鉛に耐性を示すが、高濃度の銅に耐性がなかったことが明らかにされた。このことから、外生菌根菌は高濃度の銅と亜鉛に異なる耐性機構を持つことと推定した。また、それぞれの耐性菌種は銅又は亜鉛の鉱山性荒廃地における森林再生に利用できる可能性がある。

（4）樹木と外生菌根菌共生系を用いた菌根菌共生系の銅耐性メカニズムの解明

菌根菌感染と未感染のアカマツ苗の成長に対する銅ストレスの影響を調べた。菌根菌は2種、銅の処理は5レベルを用いた。菌根菌未感染処理では、375~1500 mg Cu/kg soilの処理で、対照処理と遜色ない成長と光合成速度を示した。3000 mg Cu/kg soilの処理では、成長と光合成速度ともに減少した。菌根菌感染処理では、低濃度（375、750 mg Cu/kg soil）では、成長と光合成速度に減少が見られなかったが、高濃度（1500、3000 mg Cu/kg soil）では、顕著な減少が見られた。これらの結果から、高濃度の銅ストレス条件下で、菌根菌感染により、樹木の銅耐性を向上させることはなかった。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に進展している。野外調査では、予定通り、中国の五つの主要な鉱山荒廃地で菌根菌の調査を行い、群集構造を明らかにしている。さらに、湖南省岳陽市の鉛鉱山を調査地として加えた。また、室内実験では、菌根菌の分離と接種実験も予定通りに進んでいる。

4. 今後の研究の推進方策

最終年度では、主に得られた各菌根菌の重金属耐性の知見を基に、樹木に、異なる複数の外生菌根菌種を接種し、外生菌根菌間の相互作用を調べる。このことから、外生菌根菌間の相互作用に対する重金属の影響を明らかにする。

5. 代表的な研究成果

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計3件）

①□Liu XQ, Peng KJ, Wang AG, Lian CL, Shen ZG 2010 Cadmium accumulation and distribution in populations of *Phytolacca americana* L. and the role of transpiration. *Chemosphere*, 78, 1136-1141. (査読有)

②□Zhang HX, Lian CL, Shen ZG 2009 Proteomic identification of small, copper-responsive proteins in germinating embryos of *Oryza sativa*. *Annals of Botany*, 103, 923-930. (査読有)

③▪Peng KJ, Luo CL, You WX, Lian CL, Li XD, Shen ZG 2008 Manganese uptake and interactions with cadmium in the hyperaccumulator-*Phytolacca americana*. *Journal of Hazardous Materials*, 154, 674-681. (査読有)

〔学会発表〕（計4件）

① Yahua CHEN, Kazuhide NARA, Chunlan LIAN. 2010. Effect of Ectomycorrhizal Fungi on Copper Tolerance of Pine Seedlings. 第121回日本森林学会大会. 筑波

② Jian Huang, Kun Zong, Kejian Peng, Shengguo Xue, Yahua Chen, Kazuhide Nara, Chunlan Lian. 2010. Mycorrhizal fungal community in heavy metal-contaminated soils and mine tailing in Hu'nan province of China. 第121回日本森林学会大会. 筑波

③ Kun Zong, Jian Huang, Yahua Chen, Kazuhide Nara, Chunlan Lian, Zhenguo Shen. 2010. Effect of ectomycorrhizal colonization on seedling survivals of *Pinus densiflora* and *Quercus spp.* in copper mine tailings. 第121回日本森林学会大会. 筑波

④ 蘇玉, 奈良一秀, 陳亜華, 練春蘭. 2010. 外生菌根菌の菌糸成長に対する重金属の影響. 第121回日本森林学会大会. 筑波