

要旨

植物体内に生育する内生微生物は、植物の成長や汚染物質の蓄積及び耐性に促進的な働きをすることが知られている。これらの働きは **phytoremediation** をはじめ、植林技術の向上や農作物の酸性土壌適応などの様々な環境汚染対策に活用できると考えられる。日立鉱山の土壌は、高濃度の重金属が含まれており、さらに亜硫酸ガスの影響によって強い酸性を示している。また福島第一原子力発電所から南西におよそ 100 km の位置にあり、高濃度ではないが放射性 Cs の汚染も確認されている。このような複合的な汚染環境下に自生する植物の中には、重金属などの金属元素や放射性 Cs を蓄積する種が確認されている。これらの植物は内生微生物の作用によって蓄積を可能にし、その過酷な環境に適応している可能性が挙げられる。そこで本研究では、日立鉱山に自生しており、金属元素 (Cu, Pb) の蓄積が確認されているヘビノネゴザ (*Athyrium yokoscense* (Franch. et Sav.) H.Christ) を研究対象にし、金属元素及び放射性 Cs 蓄積能の調査を行い、内生微生物がその蓄積能にどのような影響を与えているか解析することで、内生微生物を用いた環境汚染対策の基礎知見を獲得することを目的とした。

日立鉱山の本研究調査地に自生するヘビノネゴザの根圏土壌は、高濃度の重金属 (Cu, Pb) を含有し、低濃度ながら放射性 Cs を含有していたことが確認された。また、K 欠乏が生じており、植物にとって放射性 Cs を利用しやすい土壌であると示唆された。そして強い酸性を示したことから、Al や重金属などの金属元素、放射性 Cs が土壌中に溶解し、植物に利用しやすい形態で存在している可能性が示唆された。そういった根圏土壌の性質を反映して、ヘビノネゴザは金属元素 (Cu, Pb, Al) を高濃度に蓄積し、放射性 Cs を地上部に移行させていたことが示された。また、金属元素の蓄積には、地上部においては **chlorogenic acid** が、主に根茎部及び細根部においては縮合型タンニンが解毒物質として関与している可能性が示唆された。

さらに、ヘビノネゴザ細根部から分離された内生細菌 122 株中 66 株から、**siderophore** 活性及び Al 可溶化活性が示され、特に高い可溶化能を示した菌株は *Burkholderia terrae* 及び *Burkholderia sp.*であった。**Siderophore** は Fe 以外にも様々な金属元素 (Cu, Pb, Al 等) を可溶化することが知られている。また、Al を可溶化する **siderophore** が放射性 Cs を土壌中から溶脱したという報告も挙げられている。このことから、本研究調査地のヘビノネゴザに生育する *Burkholderia terrae* 及び *Burkholderia sp.*をはじめとする内生細菌は、ヘビノネゴザの金属元素 (Cu, Pb, Al) 及び放射性 Cs 蓄積に促進的な働きをしている可能性が挙げられる。

これらをより精査するためには、内生細菌による不溶態 Cu 及び Pb の可溶化試験、粘土鉱物に吸着された Cs の溶脱試験を行う必要がある。さらに、無菌化したヘビノネゴザの細根部にそれぞれの可溶化・溶脱能を示した内生細菌を接種させ、非接種区と比較して、金属元素 (Cu, Pb, Al) 濃度、**chlorogenic acid** や縮合型タンニンなどの金属元素蓄積に関与する二次代謝産物濃度、または生長量に有意な差が生じるか、接種試験にて評価する必要がある。以上を行うことで、本研究調査地におけるヘビノネゴザの金属元素 (Cu, Pb, Al) 及び放射性 Cs の蓄積に内生細菌が促進的に作用しているか明らかにすることができると考えられる。

キーワード：内生細菌、ヘビノネゴザ、重金属、放射性 Cs、酸性土壌