

菌根菌による土壌からのセシウム吸収と樹木への移行に関する研究

生命環境科学研究科 持続環境学専攻

氏名：小河 澄香（学籍番号：201930322）

論文概要

2011年3月に起きた東日本大震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所事故により大気中に放出し森林に降下した放射性物質の多くは表層土壌に移行している。そこで土壌に固定されるがその一部は、根から吸収され樹体内部に蓄積し、その後、落葉落枝に移行し、土壌表層に再度蓄積する。放射性物質のうち、セシウム（Cs）137は半減期が約30年と長く、このような土壌と樹木との間の循環を繰り返して、森林への汚染は長期間にわたると考えられる。土壌から樹木のCs吸収については、樹木の根に共生して樹木の養水分吸収に関わる菌根菌の及ぼす影響が考えられる。そこで、菌根菌を介した土壌から樹木へのCs吸収過程を、土壌からのCsの溶出、溶出されたCsの菌根菌への吸収、吸収したCsの樹木への移行の3つの段階に分けて、それぞれの過程における菌類の役割を解明した。本研究では、取り扱いやすさから、安定体Csを用いることとした。放射性Csと安定体Csについては、物質循環における挙動は、ほぼ同じとされており、安定体Csを用いた結果は、放射性セシウムの動態にあてはめることができる。

土壌からのCs溶出については、Cs溶出能力を、Csと同じ金属元素であるアルミニウム（Al）や鉄（Fe）の溶出能力を簡便に評価する方法（CAS-Al・Fe法）により解析し、次に、天然のバーミキュライトにCsを固定させて作成したモデル鉱物を用いて、Cs溶出量を測定した。その結果、CAS-AlおよびCAS-Fe試験では、一部の菌株に高い難溶性AlおよびFeの可溶化能力が認められた。また、バーミキュライト粉末からのCs溶出試験においても、一部の菌株に高いCs溶出能力が認められた。両試験において活性を示した菌株もあり、難溶性のAlおよびFeを溶出させる機構が鉱物から固定態のCsを溶出させる機構に関与している可能性が考えられた。バーミキュライトの試験では、菌培養液のpHと鉱物からのCs溶出量に負の相関が認められており、菌が産生する酸性の物質がバーミキュライト粉末からの元素の溶出に影響していることが考えられた。

菌根菌のCs吸収については、塩化セシウム（CsCl）として添加したCsを含む液体培地にて培養し、培養後の菌体中のCs含量を測定した。窒素源とし

て、アンモニア態窒素または硝酸態窒素を加え、Cs 吸収への影響を評価した。この培地に Cs と同じ濃度で加えたルビジウム (Rb) や、培地成分として加えたカリウム (K) についても定量した。その結果、菌根菌の方が腐生菌と比較して、菌体内の Cs 含量が高かった。また、窒素源として硝酸態窒素を用いた方が、アンモニア態窒素を用いた場合と比べて、Cs 含量が高くなった。Rb や K の吸収も Cs と同じ傾向にあった。以上のことより、菌は菌体内のイオンバランスを整えるために、硝酸態窒素を吸収すると同時に陽イオンとして Cs を吸収していると考えられた。

最後に、吸収した Cs の樹木への移行については、Cs 吸収能が高かったツチグリ菌を、アカマツ無菌苗に接種して菌根を形成させた後、CsCl 溶液を添加し、その後、8 週間後にアカマツの部位別の成長量および Cs 含量を測定し、菌根形成量を求めた。その結果、菌根菌の接種によってアカマツ苗の成長量は有意に大きくなった。CsCl 液を添加した場合には、菌根菌接種によるアカマツ苗への Cs 吸収量の変化は認められなかったが、対照としてイオン交換水を添加した場合には、菌根菌接種により Cs 吸収量は増加した。このことから、菌根菌が土壤鉱物に固定した Cs を溶出させている可能性が示唆された。

今回の結果により、土壤から樹木への Cs 吸収に関しては、菌根菌は、土壤鉱物の固定された Cs を溶出させて、それらを効率的に吸収させる能力に優れていることが明らかになった。一方、Cs が植物に利用されやすいイオンなどの状態で存在すれば、菌根が形成されても樹木への吸収は向上しないことが明らかになった。