

報告番号 ※乙 第 2856 号

主論文の要旨

題名

土壤微生物相に及ぼす重金属
汚染の影響

氏名 山本 廣基

主 論 文 の 要 旨

報告番号	※ ^乙 用第	号	氏名	山本 廣基
------	-------------------	---	----	-------

重金属による土壤汚染に関する研究は少なくないが、土壤微生物への影響についての知見となると未だ十分であるとは言えない。今後、下水汚泥などの農地への投入による新たな汚染の顕在化も予測されるので、本論文では主として銅による汚染をとりあげ、土壤微生物の面から土壤汚染の実態を明らかにしようとした。とくに、これまでほとんど知見の得られていない糸状菌相と土壤中の銅含量との関係を中心に研究を行い、あわせて土壤微生物の活性に及ぼす影響についても実験し、以下の結果が得られた。

1 汚染地の例を島根県内に求め、津和野町笹ヶ谷鉦山周辺のヒ素、カドミウムによる汚染地域、東出雲町宝満山鉦山周辺の銅、カドミウムによる汚染地域において、カドミウムおよび銅耐性菌を対象に調査、研究を行った。土壤中の糸状菌数および細菌数と重金属含量との関係は明らかでなかったが、極端な汚染地点では菌数が著しく減少していた。また、総菌数に占める重金属耐性菌数の割合は、汚染の程度が高くなるにしたがって上昇した。笹ヶ谷地区の調査では、1000ppmのカドミウムを含むP S A培地で分離された糸状菌40菌株のうち、23%を Paecilomyces lilacinus が占め、同菌のいずれの菌株も10000 ppmのカドミウムを含む培地上での生育が可能で、この菌がカドミウムによる土壤汚染の指標生物になり得ることが示唆された。

2 以上の調査から推測された重金属と土壤微生物相との関係を、より詳細に検討するために、松江市近郊の宝満山鉦山

周辺の汚染田より採取した62試料の銅含量を0.1M塩酸浸出法を用いて分析し、汚染の程度の異なる12試料を選んで供試土壌とした。まず、これらの土壌から種々の方法で抽出される銅量と細菌数、糸状菌数および銅耐性菌数との関係を調べたが、糸状菌数はいずれの抽出方法との間にも有意な正の相関が認められた。とくに0.1M EDTA 浸出法による銅量との間の相関が最も高かった。高濃度汚染土壌中では、糸状菌の種類が減少して銅耐性糸状菌が優占し、その多くは Paecilomyces lilacinus および Penicillium 属菌であることがわかった。

3 汚染土壌から単離された銅耐性糸状菌の耐性発現様式を検討した。供試菌による銅の取り込みの経時変化および遠心分離による細胞分画の結果から (1) 菌体内への銅の侵入が阻止されている (2) 銅が細胞壁の成分と結合することによって細胞質にまで達しない (3) かなりの量の銅が細胞質に入っているが何らかの解毒機構が存在する の3通りの様式を推定することができた。

4 現地の汚染土壌で認められた銅含量と糸状菌数との間の正の相関、糸状菌の種類数の減少および Penicillium 属菌の優占は、非汚染土壌に銅を混入して調製した人為汚染土壌でも確められた。銅混入5ヶ月後に既に、現地土壌と同じ傾向を示し、比較的短期間で汚染による土壌中の微生物的特徴が示されるようになった。とくに1000ppm 耐性菌の優占過程については興味ある結果が得られた。すなわち、1600 μ g/g区の土壌で銅混入7-14日後に1000ppm 耐性菌が総菌数の30%まで増加し、400 μ g/g 区および800 μ g/g 区の土壌においても

30日後に10%から30%を占めるに至った。これらの1000ppm耐性菌はそのほとんどがPaecilomyces lilacinusとPenicillium spp.であった。

5 土壤微生物の持つ種々の作用のうち、まず窒素の無機化作用に及ぼす銅汚染の影響について検討した。有機態窒素のアンモニア化は、土壤中の銅含量が200 $\mu\text{g/g}$ を越えると阻害され、硝化はこれより低い100 $\mu\text{g/g}$ 程度で阻害された。銅含量と一般細菌数、アンモニア酸化細菌数との関係は明らかでなかった。セルロース分解活性の測定にあたっては簡便な方法を開発した。ろ紙を土壤中に埋没させる代わりにポリエチレンを裏打ちしたろ紙を供試したところ、この方法（ベンチコートシート法）は、従来のメッシュ法に比べて操作性に優れ、視覚的な調査も容易であり、かつ迅速に結果が得られた。この方法によって圃場における銅の影響を検討したところ、銅含量が200 $\mu\text{g/g}$ 以上の土壤でセルロース分解活性は著しく阻害された。土壤汚染防止法の農地の銅汚染についての指定要件は125 $\mu\text{g/g}$ と定められている。この値は水稻の減収開始点から導き出された値であるが、ここで述べたような土壤微生物活性に影響が出はじめる値に近く、銅による土壤汚染を考察する上で、ほゞ妥当な値であることがわかった。

以上の研究結果から、銅による土壤汚染は微生物相の単純化と微生物活性の低下を招き、物質循環の過程を攪乱していることが明らかになった。このような現象は重金属一般についても同様と考えられ、重金属による土壤汚染が蓄積性であり、一旦汚染されると回復がほとんど不可能であることは、とくに留意されなければならないだろう。休廃止鉱山に由来

する汚染に加えて、今後は、下水汚泥や都市廃棄物を含む特殊肥料のように、大量にしかも反復して農地に投入される物質中の重金属についても嚴重にチェックする方向での施策が必要である。