

土壌残留重金属類が土壌微生物に及ぼす影響について

岩谷 齊・成田春蔵・加藤 正・相馬盛雄

(青森県りんご試験場)

Effects of Accumulated Heavy Metals in Soil on Soil Microorganisms

Hitoshi IWAYA, Haruzo NARITA, Tadashi KATO and Morio SŌMA

(Aomori Apple Experiment Station)

1 は し が き

重金属を含むボルドー液、ヒ酸鉛などの農薬はりんご園の病害虫を除防し、生産性向上に大きく貢献してきたが、長年にわたる散布により、その中に含まれる銅、ヒ素、鉛などの重金属が土壌に蓄積し、りんご園土壌の地力悪化の一要因となっている。今日まで重金属蓄積土壌における作物の生育阻害に関する試験は数多く行われてきたが、土壌に蓄積した重金属が土壌肥沃度に及ぼす影響についての試験はほとんど行われていない。

本報告では、特に現在でも使用されているボルドー液の成分である銅の蓄積が土壌微生物に及ぼす影響を検討した結果をまとめた。

2 試 験 方 法

昭和47年、重金属類農薬無散布の火山性土壌、沖積土壌に銅(Cu)として200 ppm, 400 ppm, 800 ppmの硫酸銅を添加した土壌と、また、対照として無添加の土壌(以後200 ppm, 400 ppm, 800 ppm, 無添加区土壌と略す)を直径21cm×深さ35cmの塩ビパイプに詰め、圃場状態にて保存した。5年後の昭和52年10月、土壌微生物相およびアンモニア化作用、硝化作用について調査した。分析にはすべて生土を用いたが、分析法の概略は次のとおりである。

微生物相：微生物は希釈平板法により計数し、細菌・放線菌にはアルブミン寒天培地、クリスタルバイオレット耐性細菌(以後CV耐性細菌と略す)にはクリスタルバイオレット加用アルブミン寒天培地、そして、糸状菌にはマーチンの培地を用いた。

アンモニア化作用：びん培養法により土壌水分を最

大容水量の60%に調整し、30℃で4週間培養後、2N KCl 浸出全無機能窒素を定量した。アンモニア化威力は培養後全無機能窒素から当初の無機能窒素を差し引いた値を乾土100 gあたりのmgで表示した。

硝化作用：びん培養法により乾土100 gあたり窒素20 mg相当の硫酸アンモニウムを加え、土壌水分を最大容水量の60%に調整し、30℃で培養した。培養後、1, 2, 3, 4週間後に2N KCl 浸出硝酸態窒素を定量し、硝化率は培養後硝酸態窒素から当初の硝酸態窒素を差し引いた値を添加窒素量に対する百分率で表示した。

3 結 果 お よ び 考 察

1. 銅と土壌微生物相の関係

表1は銅の蓄積量と土壌微生物数を示したものであるが、火山性土壌、沖積土壌とも銅の蓄積量が多いほど、細菌数が減少した。これに対し、放線菌、糸状菌はこのような傾向が認められず、土壌に蓄積した銅による土壌微生物の生育阻害は種類により異なった様相を示した。松田ら²⁾も土壌微生物のアルミニウム耐性について同様の報告をしている。しかし、細菌の中でもCV耐性細菌は銅により生育が阻害されたが、予備実験では孢子形成能力を持つ耐熱性細菌は銅による生育阻害が認められず(未発表)、細菌の中でも種類により銅に対する感受性が異なっていた。

また、アルブミン寒天培地に生育する細菌とクリスタルバイオレット加用アルブミン寒天培地に生育するCV耐性細菌の生育阻害割合を土壌別に表わしたものが図1であるが、無添加区の菌数から銅添加区の菌数を差し引いた値を無添加区の菌数に対する百分率で表わし、これを生育阻害割合とすると、CV耐性細菌は細菌より生育阻害程度が大

表1 銅蓄積と土壌微生物数

土 壌 項 目	火 山 性 土 壌				沖 積 土 壌			
	細 菌	CV耐性細菌	放 線 菌	糸 状 菌	細 菌	CV耐性細菌	放 線 菌	糸 状 菌
無 添 加 区	1.10×10^7	1.77×10^6	3.33×10^6	7.80×10^4	8.81×10^6	1.45×10^6	1.44×10^6	7.56×10^4
200 ppm 区	9.23×10^6	1.41×10^6	4.09×10^6	7.36×10^4	6.92×10^6	1.37×10^6	1.91×10^6	8.68×10^4
400 ppm "	6.85×10^6	1.05×10^6	3.08×10^6	7.80×10^4	4.26×10^6	5.23×10^5	1.19×10^6	8.84×10^4
800 ppm "	5.81×10^6	7.00×10^5	2.16×10^6	8.57×10^4	3.89×10^6	3.89×10^5	1.21×10^6	1.21×10^5

(菌数は乾土1 g当り)

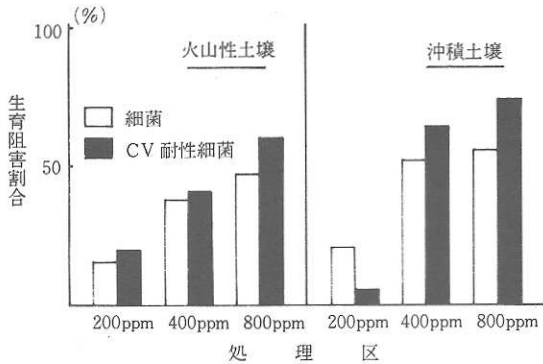


図1 銅蓄積と細菌の生育阻害

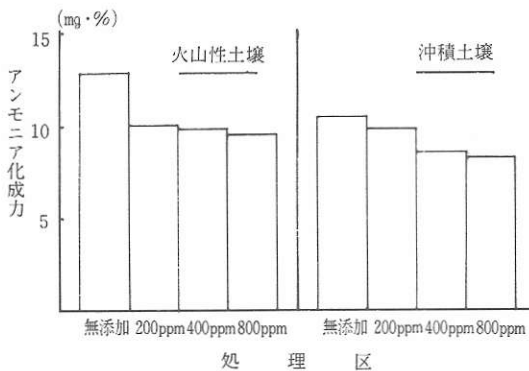


図2 銅蓄積とアンモニア化成作用

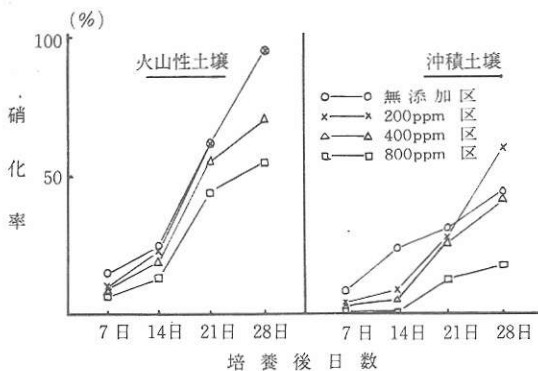


図3 銅蓄積と硝化作用

きかった。また、土壌別では火山性土壌より沖積土壌において生育が強く阻害され、これは沖積土壌の銅固定化能力が火山性土壌より小さく、微生物の生育阻害に関する可給態銅が沖積土壌において火山性土壌より多かったためと思われた。

2. 銅とアンモニア化成作用及び硝化作用の関係

図2は銅がアンモニア化成作用に及ぼす影響を示したものであるが、アンモニア化能力は火山性土壌、沖積土壌とも銅蓄積量が多いほど、減少する傾向が認められた。これは有機態窒素の無機化に關する微生物が銅により生育阻害されると共に、微生物の分解に対し抵抗性を持つ有機態窒素が銅と結合して、分解に対する抵抗性がさらに増大し無機化量が減少したと思われる。MARTIN³⁾も複雑糖類に銅が結合すると微生物の分解に対する抵抗性が増大することを報告している。また、硝化作用も図3に示すように銅により阻害され、阻害程度は火山性土壌より沖積土壌において大きい傾向が認められた。

以上を総括すると次のとおりである。

りんご樹が良好に生育するためには均衡の保たれた土壌微生物相であることが望ましいが、銅蓄積土壌では細菌、特にCV耐性細菌の生育が阻害され、糸状菌、放線菌などの銅耐性微生物が優先し単一的な微生物相となる。同時に硝化菌などの有用細菌の生育も阻害され、りんご樹の生育環境が悪化する。

また、りんご樹の吸収する窒素は土壌の有機態窒素に由来する地力窒素に大きく依存するが、地力窒素の発現に關するアンモニア化成作用が銅により阻害されたことから、銅蓄積土壌では地力窒素の発現が現少し、地力が低下するものと思われた。

4 ま と め

重金属は表層土に蓄積するため、深根性のりんご樹では生育阻害が認められることが少ないが、重金属の蓄積する表層土は土層の中で最も微生物活性が高く、土壌肥沃度も高いので、たとえ直接的にりんご樹の生育阻害が少なくとしても、これら農業の使用はできるだけ避けた方がよく、また、すでに土壌に蓄積されている重金属の影響を少なくする技術確立が必要である。

引用文献

- 1) 土壌微生物研究会編、土壌微生物実験法、養賢堂(1975)。
- 2) 松田敬一郎・永田武雄、土肥誌 28, 405 - 408 (1958)。
- 3) MARTIN, J. P, J. O. 3, ERVIN, and R. A. SHEPHERD. : Soil Sci. Amer. Proc, 30, 196 - 200 (1966)。