

【17】

氏名（本籍）	ほそ	の	みち	あき	明（東京都）
学位の種類	農	学	博	士	
学位記番号	博	甲	第	47	号
学位授与年月日	昭和	55	年	2	月
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当				
審査研究科	農学研究科 応用生物化学専攻				
学位論文題目	作物の重金属過剰障害に対するカルシウムの軽減効果				
主査	筑波大学教授	農学博士	太	田	安 定
副査	筑波大学教授	農学博士	大	羽	裕
副査	筑波大学教授	農学博士	大	恒	智 昭
副査	筑波大学教授	農学博士	石	塚	皓 造
副査	筑波大学助教授	理学博士	新	井	勇 治

論 文 の 要 旨

重金属汚染地域において、作物に対する重金属過剰障害を軽減する諸対策の一つとして、石炭資材の多量施用が行われ、大きな効果をあげている。従来、この効果は、土壌のpHを7前後に高めることによって、重金属を作物に対して不可給態化することにあるとされ、作物への直接的効果は考慮されていなかった。一方、最近、水耕液中のカルシウム濃度と必須微量元素濃度の相互関係についての研究から、「作物のカルシウム要求量は本質的には微量元素並みである」という説が提唱されるに至った。同説の主旨は、慣行の水耕液組成に多量元素並みのカルシウム濃度が採用されているのは、共存する微量元素（大部分が重金属類）の濃度が必要以上に高すぎて、それらによって引き起される害を抑制するために過ぎないというものである。

この見解に基づけば、重金属汚染土壌に対する石灰資材の多量施用は、単なる対土壌効果ばかりでなく、カルシウム自体も、作物の重金属過剰障害を軽減する直接的効果を発揮している可能性が推定される。

したがって著者は、上記直接的効果の有無を確認し、さらに、その機構解明ならびに、石灰施用技術の確立に必要な基礎的知見を得る目的で本研究を行なった。得られた結果の要約は下記のごとくである。

I. 作物体内における重金属の行動に対するカルシウムの影響

水耕法により、作物の重金属過剰障害に対するカルシウムの軽減効果の確認を試みると共に、さらにカルシウムが作物体内における重金属の行動にいかなる影響を与えるかを検討し、以下に述べる諸知見を得た。

1) 水稻，トマト共にすべての供試重金属において，培地カルシウム濃度の増加に伴ってその過剰障害が軽減され，生育または収量が増加した。

この結果から，石灰資材の多量施用による重金属過剰障害の軽減効果は，土壌pHの上昇による重金属の溶解度の低下のみでなく，カルシウム自体の，作物への直接的効果にも依存していることが確認された。供試重金属間のカルシウムによる軽減効果の順位は，水稻においては， $Mn > Zn > Cu$ ， Cd ， Pb ，トマトにおいては， $Mn > Cu > Zn$ であった。

2) 重金属の経根的吸収は，水稻，トマト共に培地カルシウム濃度の増加に伴って抑制された。すなわち，重金属過剰障害に対するカルシウムの軽減効果の一要因は，重金属の経根的吸収を抑制する点にあることが明らかになった。

3) 培地カルシウム濃度の増加に伴って，マンガンの作物体内移行率は低下した。一般に，マンガンは主に茎葉に蓄積して毒性を発現するとされている。移行率の低下は茎葉内マンガン濃度の減少をもたらし，マンガン過剰障害に対するカルシウムの軽減効果の一要因をなしていることが示唆された。

4) 前培養による作物体内カルシウム濃度の増加は，培地カルシウム濃度の増加に比べて，見るべき重金属の吸収抑制効果およびマンガン移行率の低下をもたらさなかった。

II. 作物の代謝生理系におよぼす重金属の作用に対するカルシウムの影響

著者は，作物の代謝生理系における重金属の一次的害作用の発現が根においてなされるものと考え，根のいかなる場で示されるのか，またその代謝生理系の障害に対してカルシウムがいかなる作用を示すかを検討し，下記の諸知見を得た。

1) 水稻においては銅，トマトにおいては銅または亜鉛が培地に多量に存在すると，カリウムの吸収は著しく阻害された。しかしその阻害は，培地カルシウム濃度の増加により軽減された。水稻，トマト共に培地にマンガンあるいは亜鉛が多量に存在すると，カルシウムの吸収が著しく低下したが，培地カルシウム濃度の増加に伴って回復した。すなわち，重金属による養分吸収阻害に対するカルシウムの軽減効果が認められた。

2) マグネシウムおよびカリウムを培地に多量に添加しても，重金属によるカリウムおよびカルシウムの吸収阻害は軽減されなかった。この結果から，重金属による養分吸収阻害に対する軽減効果はカルシウムに固有のものであることが明らかになった。

3) 培地に銅あるいは亜鉛が多量に存在すると，根からタンパク様物質が培地中に排出されたが，培地にカルシウムを多量に共存させると，その排出が著しく減少した。銅あるいは亜鉛によるカリウム吸収阻害と，タンパク様物質の排出とを併せ考えると，銅あるいは亜鉛は原形質膜の構造に変化をもたらす，カルシウムがその変化を防いでいるものと推定される。

4) 根内のペクチン結合態カルシウムは，培地に重金属が多量に存在すると減少したが，培地にカ

ルシウムを多量に添加すると回復した。このことから、重金属はペクチンを通じて根の構造と機能に影響を与え、害作用を示す可能性が示唆された。

5) 培地に重金属を多量に添加すると、根の酸化力は経日的に著しく低下した。そのさい、培地にカルシウムを多量に添加すると、根の酸化力は長時日にわたって維持された。したがって、重金属過剰障害に対するカルシウムの軽減効果には、作物根の機能を健全に維持する要因も含まれることが明らかになった。

審 査 の 要 旨

著者は、まだ必ずしも植物栄養学分野の定説となっていない「カルシウム微量元素説」の“論拠”にヒントを得て、重金属汚染土壌に対する石灰資材の多量施用による障害軽減効果は、単に土壌pHの上昇に伴う重金属の不溶化だけでなく、カルシウム自体の作物への直接的作用にも依存している可能性を推定し、そのことを立証した。さらにその効果には、重金属元素間差異ならびに作物の種類による差異の存在することを明らかにした。また、作物根における重金属による一次的諸障害にも、元素間差異および作物の種類による差異の存在を認め、かつ、それら重金属による一次的障害の全側面にわたって、カルシウムの軽減効果を確認した。すなわち本研究は、重金属による障害の機構およびカルシウムによる障害軽減機構の一部を解明すると共に、汚染元素の種類および作物の種類を考慮して、石灰資材施用の技術を確立する必要性を示唆しており、これらの成果は、植物栄養学上のみならず、重金属汚染土壌対策上も極めて貴重なものである。

よって、著者は農学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。