

氏名(国籍)	おう 王	り 莉(中国)
学位の種類	博士(農学)	
学位記番号	博甲第3351号	
学位授与年月日	平成16年3月25日	
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当	
審査研究科	農学研究科	
学位論文題目	カドミウムとタリウムのアブラナ科植物による吸収特性および土壤中の挙動	

主査	筑波大学教授	理学博士	藤村 達人
副査	筑波大学教授	農学博士	安部 征雄
副査	筑波大学教授	農学博士	木村 俊範
副査	筑波大学教授	農学博士	東 照雄

論文の内容の要旨

重金属汚染は工業の発達に伴って顕在化してきた。そしてそれを浄化する技術としてファイトレメディケーションが90年代から提唱され、研究されている。しかし、この技術は、高吸収の植物の選抜と作成、土壤中の重金属の吸着状態の解明、植物の重金属吸収を促進するキレート剤の開発、などの課題がある。本研究は水耕栽培を用いて、アブラナ科植物によるCdおよびTlの吸収特性、植物の無機元素の含有率に及ぼすTlとCdの影響、土壤中のTlとCdの挙動およびEDTAによるファイトレメディケーションの促進効果に関する実験を行った。

1. アブラナ科植物のCdとTlの吸収について：Tl (0, 1, 2, 4 μ M) ないしCd (0, 10, 25, 62, 157 μ M) を加えた培地で植物を培養し、植物の成長が50%阻害される濃度を計算するとCdは約25 μ M, Tlは約2.5 μ Mであった。この条件では植物のTl含有率は茎葉が600～2300mgkg⁻¹であり、根が66～600mgkg⁻¹であり、根より茎葉の方が高かった。またCdの場合は茎葉が200～1180mgkg⁻¹であり、根が1500～5000mgkg⁻¹であり、根の方が高かった。茎葉の重金属分布率はTlが74～99%であり、Cdは15～79%であり、添加重金属濃度に従って低下した。植物によってCdに対して、耐性が高い、蓄積性が高い、根から茎葉への移行率が高い、というタイプがあった。
2. 植物の栄養元素の吸収と分布へのCdとTlの影響：植物の無機養分含有率については、Tlは植物の多量元素含有率への影響を認めなかったが、根のZnおよびFeの含有率と茎葉のZnおよびMnの含有率は添加Tl濃度の増加に従って、増加した。植物根のK, 茎葉のPとCa含有率が添加Cd濃度の増加に従って減少し、植物根のZn, CuとFeの含有率は添加Cd濃度の増加に従って増加した。茎葉のZn含有量は減少の傾向が認められたが、茎葉のMn, CuおよびFeの含有率は減少の傾向があった。
3. 土壤中のCdとTlの吸着特性：溶解性TlおよびCdは土壤中の物質に吸着された。Tlでは、交換態Tlが17～27%、酸化鉄とマンガン吸着態が40～52%であった。Cdでは、交換態の画分が40～52%、酸化鉄とマンガン吸着態が22～34%であった。TlはCdより、土壤に固定されやすいということが明らかになった。3種類の交換態抽出剤で抽出した交換態Tl濃度は、1M酢酸アンモニウム(pH=7)で抽出したTl濃度は1M塩化マグネシウム(pH=7)と1M酢酸ナトリウム(pH=8.2)より高かった。また、

Tessier の連続抽出法は日本の淡色黒ボク土に適合し、浅見の TI 測定法は連続抽出した TI を測定できるということが明らかになった。

4. EDTA による土壌中 Cd のファイトレメディエーションの効果：日本の淡色黒ボク土では、EDTA は Cd の植物による吸収を促進しなかった。EDTA は土壌中の吸着態 Cd を溶解させると共に、土壌中の不溶態 Fe など微量元素も溶解させた。溶解された微量元素は土壌中の重金属と競合して、植物に吸収された。全体として Cd の吸収が抑制された。植物の Cd 含有率は水耕液より土壌のほうがかなり低かった。土壌中の Cd が吸着されて、植物への有効性が低かった。交換態抽出剤塩化マグネシウム (pH = 7)、酢酸ナトリウム (pH = 8.2)、酢酸アンモニウム (pH = 7) および水で抽出した土壌の Cd は植物の Cd 含有率と高い相関があり、水で抽出した水溶性 Cd は水耕液の Cd の有効性と似ている。EDTA の効果は土壌、重金属と植物という三つの因子で決まるということが考えられる。

【結論】(1) Cd と TI はアブラナ科植物に良く吸収されるがその含有率と分布も異なっていた。植物の品種によって、重金属の耐性と蓄積性もことなつた。(2) 重金属は植物の栄養元素の吸収と分布に影響した。特に鉄など微量元素は根に蓄積し、茎葉への移行に影響した。(3) 土壌では、Cd は TI より交換態画分が高かった。Cd と TI は主に土壌中の酸化物で吸着された。(4) EDTA は日本の淡色黒ボク土では植物による Cd の吸収を促進しなかった。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本研究はファイトレメディエーションに適した植物の開発を目指してその基礎的な知見を収集した。多数の植物を調査し植物ごとのカドミウムおよびタリウムの蓄積特性を調べ、また我が国の土壌中でのこれら重金属の挙動に関しても詳細な調査をおこなった。さらにはファイトレメディエーションに有効であるとされている EDTA の効果を調査したが、これに関しては我が国の土壌では有効でないとの結論に達した。

これらの研究結果は今後のファイトレメディエーションに利用する植物を開発する上で重要な知見を与えた。その科学的な新規性および農業利用の面で有用性が極めて高く、審査員が一致してその価値を認めた。

よって、著者は博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。