

氏名	SWE SWE MAR
学位の種類	博士(農学)
学位記番号	博生甲第225号
学位授与年月日	平成24年9月19日
学府・専攻	生物システム応用科学府 生物システム応用科学専攻
指導を受けた大学	東京農工大学
学位論文名	Characterization of Phosphate Rocks / Fertilizers and Their Effects on Cd Uptake by Komatsuna ( <i>Brassica rapa</i> var. <i>perviridis</i> ) and Spinach ( <i>Spinacea oleracea</i> ) Grown on Melanudand and Haplaquept  磷鉍石 / リン酸質肥料のキャラクタリゼーションとそれらの Melanudand および Haplaquept に栽培したコマツナとホウレンソウの кадウム吸収に及ぼす影響

### 論文の内容の要旨

リン鉍石 (PRs) は主にリン酸質肥料 (PFs) 製造のために使われる。リン酸質肥料は窒素に次ぐ作物生産を最も制限する栄養素である。本研究ではリン鉍石とリン酸質肥料の様々な性質を、特に Cd に関連して調査した。6 種類のリン鉍石 (米国 Wyoming 産 (PR1)、Florida 産 (PR2)、Idaho 産 (PR3)、モロッコ Quedzem 産 (PR4)、ロシア Slyudanka 産 (PR5)、沖縄産 (PR6) ならびに 7 種類のリン酸質肥料 (中国産 (PF1、PF2、PF3)、日本産 (PF4、PF5、PF6)、ミャンマー産 (PF7)) の各種性質を、蛍光 X 線、X 線、ICP-MS を用いて比較した。リン鉍石は主に Ca、P、Si、Al、S、Fe から構成されていること、リン酸含量は 6%~38% の範囲にあることがわかった。リン鉍石の Cd 濃度は 0.15~507 mg kg<sup>-1</sup> の範囲を示した。リン鉍石およびリン酸質肥料の主要なピークは、フッ素リン灰石 (fluorapatite: Ca<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>F)、水酸リン灰石 (hydroxylapatite: Ca<sub>10</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>(OH)<sub>2</sub>)、炭酸フッ素リン灰石 (carbonate fluorapatite: Ca<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>CO<sub>3</sub>)<sub>3</sub>F) であった。PR3、PR4、PR5 は Cd 濃度が高く、主要な鉍物が炭酸フッ素リン灰石であったことから、鉍物が生成される堆積過程で Cd が Ca と置換し閉じ込められたと推察された。

食料品の Cd 濃度は、リン酸質肥料に由来する Cd 投入を減らすことである程度制御できる可能性がある。5 種類のリン酸質肥料を 120 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> の濃度で土壤に添加し、コマツナの Cd 吸収量をポット試験で比較した。コマツナの Cd 含量は China1 で最も高く、0.034 mg/kg (黒ボク土)、1.24 mg/kg (灰色低地土) であった。最も低かったのはミャン

マー産の肥料を用いた場合で、0.029 mg/kg（黒ボク土）、1.08 mg/kg（灰色低地土）となった。肥料の違いに比べると土壌の種類の方がより Cd 吸収量に影響することがわかった。

過リン酸石灰および溶性リン肥の土壌中の Cd 含量ならびにコマツナ、ハウレンソウの生育と Cd 吸収への影響をポット試験により調査した。施肥量の増加とともに灰色低地土の全 Cd 含量（2.11→2.24 mg/kg）および抽出可能な Cd 含量（1.36→1.41 mg/kg）が増加した。黒ボク土では、全 Cd 含量が 0.48 から 0.58 mg/kg へ、抽出可能な Cd 含量は 0.06 から 0.08 mg/kg へと増加した。リン酸質肥料の長期使用により土壌中の Cd 含量がわずかだが増加することが示された。一方、コマツナの乾物中の Cd 含量はリン酸質肥料施用による影響は見られず、黒ボク土では 0.19~0.23 mg/kg、灰色低地土では 1.28~1.58 mg/kg の範囲であった。ハウレンソウの乾物中の Cd 含量も同様にリン酸質肥料の影響は見られず、黒ボク土では 0.74~0.78 mg/kg、灰色低地土で 12.1~15.2 mg/kg となった。ハウレンソウの Cd 含量はコマツナと比べて汚染土壌では 10 倍高く、未汚染土壌では 4 倍高い値を示した。

過リン酸石灰が土壌中の Cd 含量ならびに Cd 吸収に及ぼす影響を、コマツナ 4 品種を用いて灰色低地土の圃場試験により評価した。過リン酸石灰の施肥により、土壌中の全 Cd 含量が 2.51 から 2.75 mg/kg に、0.1M HCl 抽出 Cd 含量が 1.48 から 1.55 mg/kg へと増加した。240kg/ha の過リン酸石灰の施肥は、1ha 当たり 5.68g の Cd 投入に相当した。2 年間の圃場試験の結果により、リン酸質肥料の施肥により土壌中の Cd 含量は有意に増加しないが、コマツナ乾葉の Cd 含量は有意に増加することがわかった。また、4 品種の Cd 含量において年度の違いも認められた。最も高いコマツナ乾葉の Cd 濃度は 'Nakamachi' で見られ、2008 年は 2.14mg/kg、2009 年は 1.91mg/kg であった。最も Cd 濃度が低かったのは 2008 年は 'Maruha' で 1.51mg/kg、2009 年は 'Hanami No. 2' で 1.56 mg/kg となった。Cd 汚染土壌では、Cd 吸収能の低いコマツナ品種 Maruha あるいは Hanami No. 2 の栽培が推奨される。