

(続紙 1)

京都大学	博士（農学）	氏名	Anongnat Sriprachote
論文題目	Current Situation of Rice Production in Cadmium-Polluted Soil in the Mae Sot District, Tak Province, Thailand (タイ国ターク県メーソット郡のカドミウム汚染水田におけるイネ栽培についての研究)		
(論文内容の要旨)			
20世紀の前半、富山県神通川流域で発生したイタイイタイ病では、亜鉛鉱山鉱滓に由来するカドミウムが灌漑水を経由して水田土壌を汚染し、そこで栽培されカドミウムを集積したコメを摂取した住民に健康被害をもたらした。タイ国においても2002年ターク県メーソット郡の亜鉛鉱山を流れるメータオ川下流域がカドミウムによって汚染されていることが明らかにされ、環境調査や住民の健康調査が開始された。 2007年メータオ川流域パデ村のコメ農家23戸から飯米を収集し、そのカドミウム含有率を分析したところ、この地方で好んで栽培される水稻品種カオドックマリ(KDM)105のカドミウム含有率は $0.59 \text{ mg Cd kg}^{-1}$ ($0.10 \sim 1.75 \text{ mg Cd kg}^{-1}$) で、コーデックス委員会の定めたコメの摂取基準 $0.4 \text{ mg Cd kg}^{-1}$ を上回っていた。村の水田の中からひとつの圃場（面積1.2 ha）を選び、この圃場内の22地点で、土壌中のカドミウムの存在形態と、土壌カドミウム含有率と作物カドミウム含有率の関係を調べた。土壌の全カドミウム含有率は $0.31 \sim 13.9 \text{ mg Cd kg}^{-1}$、0.1M塩酸可溶性（可給態）カドミウム含有率は $0.030 \sim 13.3 \text{ mg Cd kg}^{-1}$、雨期作コメのカドミウム含有率は $0.12 \sim 1.27 \text{ mg Cd kg}^{-1}$、乾期作ダイズのカドミウム含有率は $0.07 \sim 0.80 \text{ mg Cd kg}^{-1}$ で、ダイズのカドミウム含有率と土壌の可給態カドミウム含有率には高い相関関係があった($r^2 = 0.581$)。一方、コメのカドミウム含有率は土壌の可給態カドミウム含有率とほとんど相関していなかった ($r^2 = 0.015$)。KDM105を、現地土壌を充填したポットで登熟期まで、常時湛水と出穂期まで湛水のふたつの水環境で栽培してモミのカドミウム含有率を比較したところ、常時湛水で栽培したモミのカドミウム濃度は有意に低かった。湛水土壌ではカドミウムイオンは還元され溶解度の低い硫化カドミウムになるためと推察した。イネのカドミウム吸収量は、土壌の含有率だけでなく土壌の酸化還元電位によって影響を受けると結論した。 そこでタイ国農業省イネ局から割譲された水稻奨励品種42系統を3年間にわたって栽培しKDM105よりもモミカドミウム含有率の低い品種を探索した。登熟期が日長の影響をあまり受けない早稲品種の多くでは、KDM105などの日長感受性晩稲品種の多くよりも有意にモミのカドミウム含有率が低かった。しかし、灌漑排水といった水利設備が完備していないメーソット郡では、早稲品種は雨期期間中に登熟するため収穫作業が難しく、病害や鳥、野ネズミの被害も多いため、農民の評価は低かった。一方、晩稲品種は栽培期間が長く、登熟期間には雨期が終わって土壌が乾燥しはじめるため、モミカドミウム含有率はおしなべて高かった。しかし、そのなかでもRD5、RD15、Sang Yodは、すべての試験年、試験区でKDM105よりもモミカドミウム含有率が低く、栽培特性がKDM105と似ているため、現地農民にも受け入れやすいと推察され、KDM105に代えてこれらの品種を導入することで住民のカドミウム摂取量を低下させることができる可能性が示された。			

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、2002年にタイ国ではじめてその存在が報告された、亜鉛鉱山下流に存在するカドミウム汚染地域における土壌と作物の調査、研究の成果をまとめたものである。タイ国政府は、当初、現地の農民に休業補償金ついで転作奨励金を出してコメ生産からサトウキビ生産に転換するよう指導した。しかし、サトウキビの価格低迷、コメ価格の高騰によって、ほとんどの農民は2006年には水稻の栽培を再開した。そのような背景のもとで、飯米を介しての農民のカドミウム摂取量を低減することを目的として本研究は開始された。

まずカドミウム汚染地域にあるパデ村23戸から各戸の飯米を集めてカドミウム含有率を測定し、同時にその飯米が生産されている水田を一筆ずつ同定した。次いで23戸のなかから一人の所有者の水田を試験研究圃場として借り上げ、そのなかの22の試料採取点で、土壌のカドミウムの含有率と存在形態、栽培収穫されたイネ、ダイズのカドミウム含有率を分析した。さらにタイ国の水稻奨励品種42系統を3年間にわたってこの圃場で栽培し、農民が好んで栽培するKDM105よりも常にモミカドミウム含有率が低い3品種を見いだした。

本論文の成果として評価すべき点は次のとおりである。

1. タイ国メーソット郡で見られるカドミウム汚染土壌では、全カドミウムの50%以上が炭酸イオン／重炭酸イオンと会合した形態で存在した。この結果から、上流のカドミウムが河川水の炭酸／重炭酸イオンによって可溶化され、河川で運搬され水田に蓄積される可能性を示した。
2. カドミウム汚染土壌で乾期に栽培されるダイズのカドミウム含有率は、栽培される土壌のカドミウム濃度と高い相関を示すことを示した。
3. 水稻モミのカドミウム含有率と土壌カドミウム含有率の相関が低いこと、水稻のカドミウム吸収量は土壌の酸化還元状態の影響を受け、還元状態で低く酸化状態で高くなり、土壌を湿潤な状態（還元状態）に保つことがモミのカドミウム含有率を低下させるために必要なことを示した。
4. タイ国の水稻奨励品種42系統を現地カドミウム汚染土壌で3年間にわたって栽培し、これらの中から、RD5、RD15、Sang Yodの三つの栽培品種が、現地で好まれて栽培されているKDM105とほぼ同様の栽培特性をもち、かつKDM105よりもモミカドミウム含有率が有意に低いことを示した。

以上のように本論文は、カドミウム汚染水田において、そこで栽培される水稻モミのカドミウム含有率が土壌の水分状態によって大きく影響されること、水稻のカドミウム吸収の制御に水位の調節が有効であること、水稻の品種によってカドミウムの吸収量に顕著な違いがあること、を明らかにし、そのうえでカドミウム吸収量の低い品種を同定したことから、植物栄養学、育種学、土壌学、環境科学に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成25年2月15日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

注) Webでの即日公開を希望しない場合は、以下に公開可能とする日付を記入すること。
要旨公開可能日： 年 月 日以降