

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 16 日現在

機関番号：14301

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23405021

研究課題名(和文) タイ国カドミウム汚染土壌水田での低カドミウム米栽培試験

研究課題名(英文) Selection of rice cultivars having low-grain cadmium in cadmium-polluted paddy fields in Thailand

研究代表者

間藤 徹 (MATOH, TORU)

京都大学・(連合)農学研究科(研究院)・教授

研究者番号：50157393

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 11,300,000円、(間接経費) 3,390,000円

研究成果の概要(和文)：研究成果の概要(和文)：タイ国北部ターク県メーソット郡タオ川下流のカドミウム汚染地の中心に位置するパテ村23戸から飯米を集め分析したところ、白米は0.04～1.75 mg/kgのカドミウムを含み、CODEX委員会の定めるコメの食用許容含有率0.4 mg/kgを上回っていた。そこでタイの水稲奨励品種42系統をパテ村のカドミウム汚染水田で栽培し、この地方で好んで栽培されている品種KDM105号よりも穀実カドミウム含有率が有意に低い品種としてRD15号を見いだした。この成果を地元の生産者に報告しRD15の栽培を推奨した。

研究成果の概要(英文)：Home-consumed rice grains were collected from all 23 households in the village of Pha Te, Mae Sot District of Tak Province, Thailand. This area has been polluted with Cd from a zinc mine. The Cd concentration in unhusked rice (*Oryza sativa* L.) grains ranged from 0.04 to 1.75 mg Cd kg<sup>-1</sup>, and the rice of more than half of the households contained Cd levels higher than the critical level of 0.4 mg Cd kg<sup>-1</sup> polished rice, which is the CODEX standard. To reduce the health risk of the villagers, we started to select rice cultivars having lower grain Cd than that of a prevailing cultivar Khao Dawk Mali (KDM) 105. Among 42 cultivars of Thai rice (*Oryza sativa* L.), lower levels of Cd accumulated in the grains of RD5, RD15, and Sang Yod than KDM105. The findings suggest that human cadmium intake can be reduced by selecting low-Cd rice cultivars, and the promising result was announced to the villagers at May 2013 through a local NGO group.

研究分野：農学A

科研費の分科・細目：植物栄養学・土壌学

キーワード：植物栄養学 イネ カドミウム カドミウム汚染土壌 白米カドミウム濃度 CODEX

### 1. 研究開始当初の背景

イタイタイ病は、三井金属神岡鉱業所から神通川に排出されたカドミウムを含む河川水が灌漑水として水田に流入し、そこで生産されたコメを経由してヒトにカドミウム過剰障害を引き起こした。2002年9月、タイ国バンコク市で開催された国際土壌科学会議で、タイ国北部ターク県メーソット郡パーデン亜鉛工業所近くを流れるタオ川の下流約10~20 kmが、同工業所からの排水に含まれるカドミウムによって汚染されていることがはじめて報告された (International Water Management Institute: Report of LDD-IWMI Land Zoning and Cd Risk Assessment Activities undertaken in Phatat Pha Daeng and Mae Tao Mai Subdistrict, Mae Sot, Tak Province, Thailand. Final Report 2005)。同報告書によると、土壌カドミウム含有率が10 ppm以上の範囲は100 haに上り、そこで栽培された白米中のカドミウム含有率は0.6 ppm (200点の試料の平均値)であった。タイ国政府によって直ちに住民の健康被害の調査が行われたが、幸いなことに重篤な腎や肝機能障害は発見されなかった。カドミウム汚染発覚を受けてタイ政府は2005年水稲作付け中止を命令し、2006年、2007年の二年間、生産者に1 haあたり一律20万円の補償金を支給した(2007年12月現地調査)。さらに、郡都メーソットにサトウキビを原料とするバイオエタノール工場を開設し、今後カドミウム汚染土壌ではサトウキビを作付けするよう指導した。この措置に伴い2008年度からイネ栽培中止の補償は停止されたが、エタノール価格低迷のため工場は稼働しておらず、さらに飯米確保のため、大部分の生産者は2008年春、水稲作を再開した(2008年5月現地調査)。

### 2. 研究の目的

カドミウムイオンは土壌中では粘土鉱物、金属酸化物、腐植物質などに吸着される。植物が吸収するのは遊離のカドミウムイオンであるが、土壌中の可吸態カドミウム濃度は土壌の酸化還元状態によって大きく変化する(浅見輝男:カドミウムと土とコメ、アグネ技術センター、2005年)。さらにイネ(森下ら:土肥誌、57、293-296、1986)、コムギ(Hart et al.: Plant Physiol., 116, 1413-1420, 1998)、トウモロコシ(Rausser & Meuwly: Plant Physiol., 109, 195-202, 1995)などでカドミウム吸収に関する品種間差が検討されてきた。イネジャポニカ種はインディカ種よりもカドミウム集積量が少ない。さらに同一土壌で栽培したイネ穀実カドミウム含有率にもかなりの品種間差がある。品種と土壌環境によるカドミウム吸収の違いをもたらす因子に着いて、関与する遺伝子の解明しカドミウム集積量を低下させることが試みられている(Ishikawa et al.: New Phytol., 168, 345-350, 2005)。これまでの研究成果から、カドミウムのイネ穀実への集積の程度に品種間差があること、植物のカドミウム吸収量は土壌中のカドミウムの存在形態に依存すること、土壌中でもカドミウムの形態が経年変化し、作物の吸収量は次第に低下すること、などが示されてきた。そこでタイ国ターク県のカドミウム汚染水田で、土壌中のカドミウムの分布を調べ、さらにこの汚染水田でカドミウムの吸収の低い品種を選抜する必要がある。

### 3. 研究の方法

本研究はタイ国で実施するフィールド研究を中心とする。

実際のカドミウム汚染水田で水田一筆ごとのカドミウム含有率を測定し、そこに栽培されたイネ穀実のカドミウム含有率を測定する。さらに現地で実際に栽培されてい

るイネ品種を用いて、タイ国の日長条件下で十分に収量が得られる 42 種類の水稲品種を栽培し、カドミウム吸収の品種間差を検討し、白米にカドミウムを集積しにくい品種を選定する。さらに低カドミウム品種と人気品種 KDML105 と RD6 との交配を行い、穀実カドミウムの低い品種が育成できることを証明する。

#### 4. 研究成果

(1) マーソット郡パデ村の水田土壌のカドミウム含有率を測定したところ、土壌の全カドミウム含有率は 0.31~13.9 mg/kg、可給態カドミウム含有率は 0.03~13.3 mg/kg で、被汚染土壌の 0.006 mg/kg よりも明らかに高かった。そこでここで水稲を栽培しているパデ村の 23 戸の農家から飯米を収集し白米のカドミウム含有率を測定したところ、0.04~1.75 mg/kg( 図 1 )で、半分以上の農家の飯米が CODEX 委員会の定める食用許容レベル 0.4 mg/kg を上回っていた。これらの品種はすべて KDM105 で、農家は飯米として食用に供し余剰分は商品米として販売していた。村民の尿中の高いカドミウム濃度は飯米の高いカドミウム濃度によると推定した。

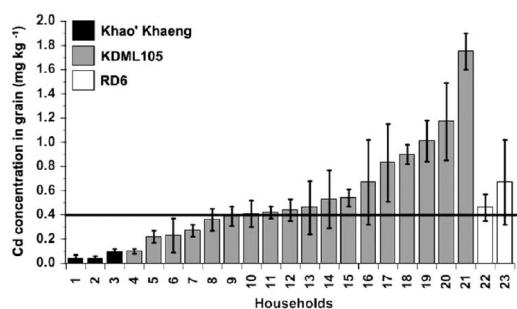


図 1 パデ村 23 戸の飯米のカドミウム濃度  
灰色は水稲品種 KDML105、黒はカオケン、白は RD6 .  
CODEX のイネ白米の食用許容濃度は 0.4ppm .

(2) 穀実のカドミウム含有率が低い品種を選抜するため、タイのイネ 42 品種をパデ村のカドミウム汚染圃場で 2009 年から 3 年間栽培した。図 2 にはその一部の結果を示した。この地方で好んで栽培されている、ウルチ米感光性品種 KDML105 に対して、RD5、RD15 とサンヨッド

の穀実カドミウム含有率が有意に低かった。モチ米感光性品種では、この地方で好んで栽培されている RD6 よりもウボン 1、ウボン 2 のカドミウム集積量が低かった。これらの品種を栽培し食用すればカドミウム摂取量は低く抑えられると期待される。

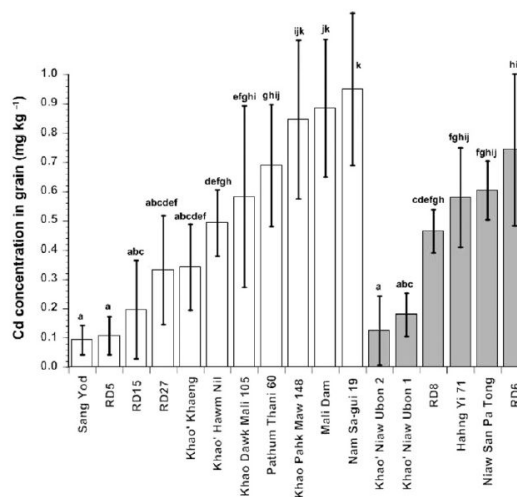


図 2 パデ村水田で栽培したうるち米感光性品種(白)とモチ米感光性品種の穀実カドミウム含有率. KDM105 と RD6 がこの地方で好んで栽培されている品種. これらの品種よりもサンヨッド、RD5、RD15、ウボン 1、ウボン 2 では有意にカドミウム含有率が低かった .

(3) これらの成果に基づき、2013 年 5 月にマーソット郡郡役所で地元の生産者を集めて成果報告会を開催し、カドミウム汚染田の所有者に RD15 の栽培を推奨した。数名の賛同者があり種子を手配して栽培試験を行った。実際の圃場で栽培したため対照区が設定できなかったが RD15 を栽培した多くの水田で、穀実でカドミウム含有率 0.4ppm 以下を達成した。

#### 5. 主な発表論文等

( 研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線 )

[ 雑誌論文 ] ( 計 2 件 )

Anongnat Sriprachote, Pornthiwa Kanyawongha, Kumiko Ochiai, Toru Matoh, Current situation of cadmium-polluted paddy soil, rice and soybean in the Mae Sot District, Tak Province, Thailand, Soil Science and Plant Nutrition, 2012, 58, 349-350

DOI:10.1080/00380768.2012.686435

Anongnat Sriprachote, Pornthiwa Kanyawongha, Grienggrai Pantuwan, Kumiko Ochiai, Toru Matoh, Evaluation of Thai rice cultivars with low-grain cadmium, Soil Science and Plant Nutrition, 2012, 58, 568-572

DOI:10.1080/00380768.2012.715070

〔学会発表〕(計 4 件)

Anongnat Sriprachote, Kumiko Ochiai, Toru Matoh, Pornthiwa Kanyawongha. Influence of soil properties and cadmium concentration on cadmium accumulation level in rice grains. 日本土壤肥料学会 2013年度名古屋大会 2013年9月13日発表, 名古屋

Anongnat Sriprachote, Pornthiwa Kanyawongha, Grienggrai Pantuwan, Kumiko Ochiai, Toru Matoh. Evaluation of Thai rice cultivars with low-grain cadmium. 日本土壤肥料学会 2012年度鳥取大会, 2012年9月5日発表, 鳥取

Anongnat Sriprachote, Pornthiwa Kanyawongha, Matsubara Keisuke, Kumiko Ochiai, Toru Matoh. Variation in grain Cd among traditional Thai rice cultivars. 日本土壤肥料学会 2011年度つくば大会, 2011年8月8日発表, つくば

Anongnat Sriprachote, Pornthiwa Kanyawongha, Kumiko Ochiai, Toru Matoh. Cadmium levels in the grains of rice and soybean under Cd contaminated field in Mae Sot District, Tak Province, Thailand. 日本土壤肥料学会 2010年度北海道大会, 2010年9月9日発表, 札幌

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況(計 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

京都大学農学研究科植物栄養学研究室ホームページ

<http://www.npk.kais.kyoto-u.ac.jp/topics/10.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

間藤 徹 (MATOH, Toru)

京都大学・大学院農学研究科・教授

研究者番号：50157393

(2) 研究分担者

落合 久美子 (OCHIAI, Kumiko)

京都大学・大学院農学研究科・助教

研究者番号：40533302

(3) 連携研究者

( )

研究者番号：