

平成21年5月20日現在

**研究種目：基盤研究（B）**  
**研究期間：2006～2008**  
**課題番号：18405044**  
**研究課題名（和文）ヒ素汚染地域の農作物の生育及び成長における作物体内のヒ素汚染濃度  
実態の解明と対策**  
**研究課題名（英文）Status and measures for arsenic pollution of agricultural crops grown  
in arsenic contaminated area**  
**研究代表者**  
**ロイ キンシュック（ROY KINGSHUK）**  
**日本大学・生物資源科学部・准教授**  
**研究者番号：10339294**

**研究成果の概要：**本研究では、地下水のヒ素汚染が国土全体に広がっているバングラデシュ国の農村地域において、定期的に現地調査を行い、農村でよくみられる代表的な農作物を採取し、作物体内の各部位（根、茎、葉、実など）のヒ素濃度（総ヒ素量、As(III)、As(V)、MMA、DMA）の状況を調べた。研究結果より、対象地域で日常的に使われているヒ素蓄積度の高い作物種および作物体の各部位、安全作物種・部位を指摘することができ、それぞれの作物の消費・処理方法について貴重なガイドラインを得ることができた。

#### 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	7,100,000	2,130,000	9,230,000
2007年度	3,300,000	990,000	4,290,000
2008年度	3,000,000	900,000	3,900,000
年度			
年度			
総計	13,400,000	4,020,000	17,420,000

研究分野：環境保全学

科研費の分科・細目：農学・環境農学

キーワード：地下水、ヒ素、作物、土壌、農村地域

#### 1. 研究開始当初の背景

農業国バングラデシュでは、作物栽培用水の大半は浅い・深い帯水層の地下水に依存しており、近年、国土のおよそ90%の地域で地下水のヒ素(As)汚染による国民の健康被害が報告されている。農地土壌及び作物との関連性も指摘されているが、明確な根拠がない。研究代表者のロイは過去数年間にわたり、バングラデシュのヒ素汚染地域での農地土壌や農業用水のヒ素汚染の実態調査を続けており、学術報告もしてきた。その調査結果から、土壌への感染度は土壌の性質により様々

あるが、作物・植物体内蓄積量も作物の種類により異なると予想できた。しかし、ヒ素が作物経由で人間の健康に及ぼす影響、汚染された作物の処理及びファイトレメディエーション手法によるヒ素汚染の対策のことを考えれば、農作物の調査では、生育や成長過程（時期や季節）、ならびに作物の各部位（根、茎、葉、実など）の詳細な実態解明が重要である。

#### 2. 研究の目的

本研究では、次のことを目的としている。

①バングラデシュ国内におけるヒ素濃度の著しい地域（ホット・スポットと称されている）での季節別（主に雨季と乾季）の代表的な農作物体内のヒ素濃度（総ヒ素量、As(III)、As(V)）の状況を把握する。

②各種作物の各部位に集積するヒ素濃度を解明する。

③ヒ素を選択的に吸収する作物・植物種をスクリーニングし、浄化能力の高い植物種の同定と機能強化を図る。

④これらの研究結果、実験分析に基づいたヒ素汚染対策と改善手段の検討を行う。

### 3. 研究の方法

本研究は、近年報告されている環境汚染問題の中の1現象である地下水のヒ素汚染化に関する基礎的な研究計画を予定している。特に、地下水のヒ素汚染度が著しい地域（本計画では、サンプリングの対象地域はバングラデシュの農村地域である）から地下水、土壌、また各種農作物や雑草、樹木葉などのサンプルを採取し、現地の研究施設や本学内の研究室において分析するとともに、その解析結果をベースに生物環境の立場からヒ素汚染の被害度と分布を調査した。また、汚染地下水と土壌を用いたカラム試験によって汚染機作を明らかにし、植物を用いた生物検定およびヒ素浄化のためのファイトレメディエーション手法による汚染対策技術をも視野においた実験を進めた。これらの実験および解析は、3年間（平成18年度～20年度）にわたって、次の通りに行った。

**サンプル収集：**地下水ヒ素高濃度地域からの地下水、土壌、草本性植物、対象地域の農作物の各部（根、茎、葉、実など）などのサンプルを収集した。さらに、ヒ素による被害実態とその展望を、ヒ素による被害および対策に関する地域住民の意識調査及び報告書・資料の収集・解析によって行った。

**分析試験：**採取した土壌および植物体のサンプルを詳しく分析した。これには、ファイトレメディエーションを視野に置いた植物によるヒ素浄化機能の検定や、土壌内でのヒ素化合物動態のシミュレーションなどが含まれる。これらの調査と分析、モデル試験のデータを解析することにより、環境汚染度のシミュレーションを図り、また汚染対策技術の開発研究の基礎資料とした。室内実験および解析をベースにして各種植物によるヒ素に汚染された地下水の浄化機能を調べた。よって、ヒ素を選択的に吸収する植物種をスクリーニングし、浄化能力の高い植物種の同定と機能強化を図った。

**成果まとめ：**分析および研究に使用したデータは、バングラデシュのみならず世界各国のヒ素被害地域におけるヒ素汚染対策研究のための参

考資料としてとりまとめ、国際シンポジウムを開催し、研究成果を発表した。

### 4. 研究成果

本研究では、最終的にバングラデシュ国における農村地域の代表的な作物11種に絞り、ホット・スポットの農村地域における土壌、水、作物へヒ素汚染の実態と比較検討、開設、推薦を行った。これらの結果を Fig.1 と 2 で示している。

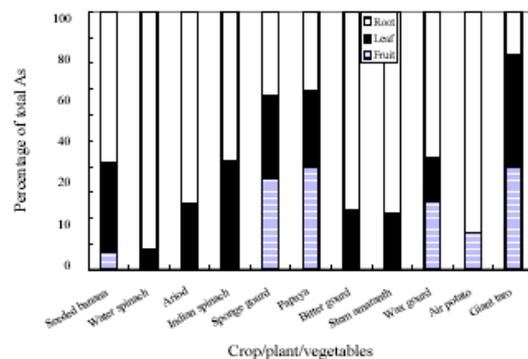


Fig.1 各種農作物体内のヒ素蓄積度 (%)

この結果 (Fig.1) より、エンサイ (water spinach) の根の部分は非常に高濃度のヒ素を蓄積しており、その以外もタロイモ (giant taro) の葉およびトウガン (wax gourd) 根の部分にも高濃度のヒ素が蓄積されており、これらの作物のサンプリング地域の住民の消費量の見地から判断すれば、消費量及び処理方法について十分注意する必要があると考えられる。

Fig.2 は対象作物の各部位におけるヒ素形態（無機、有機）および濃度を示している。この結果をみると、ヒ素濃度がほぼ同一の地域で栽培されたとしても作物によって、ヒ素の吸収度合いおよび植物体に移動する際、形態別のヒ素量の変化がみられる。また、ヒ素によって汚染されている地下水・栽培土壌に近いほどの作物部（根）内の総ヒ素中には無機ヒ素 (As(III)、As(V)) の部分が殆ど示し、根より遠いほど無機部が減り逆に有機ヒ素 (MMA, DMA) の部分が増える。このことより、植物生理的な活動によって、作物・植物体内ではヒ素の形態の変化が生じていたと推定できる。

自然界に存在するヒ素は、一般的に、無機ヒ素の方が殆ど、有機ヒ素より毒性が強いといわれている。しかし、微量でありながらも有機ヒ素の方が強い毒性を持っている研究報告もある。これまでバングラデシュ国における作物内のヒ素汚染に関する数少ない研究報告の殆どは、従来の方法に従い、作物体内の総ヒ素量から毒性を判断されている。作物体内におけるヒ素の形態別の蓄積度合い

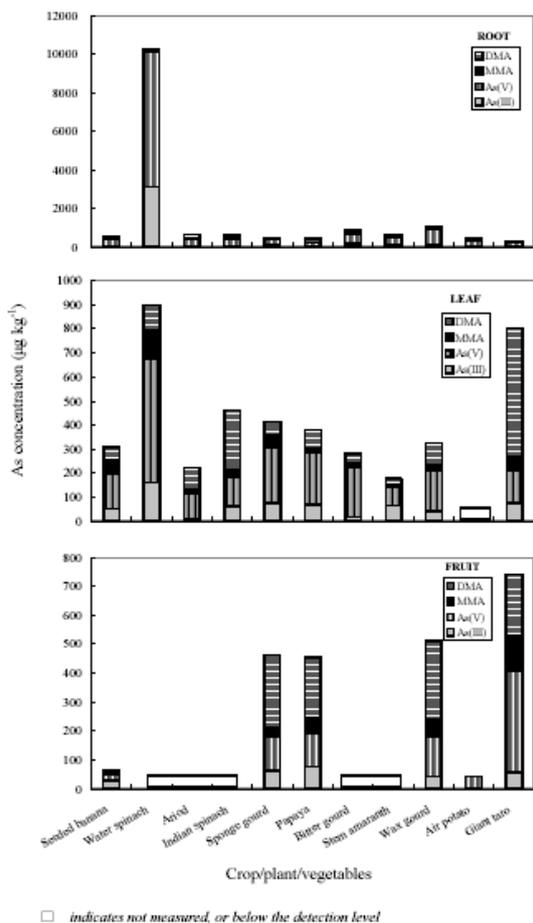


Fig. 2 各種農作物体内のヒ素形態

を調べた上で、ヒ素の毒性を解説された研究として、本研究の成果は、現地マスコミおよび関係者から大きな反響を得た。

## 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 9 件)

- ① Roy, K., N. C. Dey and MIM Zulfiqar: Bangladesh and the Country's Arsenic Problem: At a glance, Arsenic Calamity of Groundwater in Bangladesh: Contamination in Water, Soil and Plants (edited and published by K. Roy), Japan, pp.1-11(2008)、査読有り
- ② Roy, K., S. Nagasaka, N. Kurauchi and MIM Zulfiqar: Arsenic Contamination in Water, Soil and Plant Media in Bangladesh, Arsenic Calamity of Groundwater in Bangladesh: Contamination in Water, Soil and Plants (edited and published by K. Roy), Japan, pp.113-143(2008)、査読有り

- ③ Roy, K., E. Kohno and M. Shimada: The effect of Changes in Soil Structure of Agricultural Lands on Soil Erodibility, Trans. of Environmental Information Science, Japan, 22, pp. 523-528(2008)、査読有り
- ④ Roy, K., T. Kusaka and M. Fukada: Revision of an Equation to Predict Water Erosion from Agricultural Lands – Consideration of the effect of length and lateral width of slope on soil loss –, Journal of Environmental Information Science, Japan, Vol. 36(5), pp. 21-28 (2008)、査読有り
- ⑤ Shrestha, R.P. and K. Roy: Land Degradation Assessment in the Greater Mekong Subregion, Journal of Environmental Information Science, Japan, Vol. 36(5), pp. 29-38 (2008)、査読有り
- ⑥ Shimowatari, T., K. Roy and J.A. Alin: Requirements for a Sustainable Food Supply Chain and Environment Conservation in Sabah State in Malaysia, Studies in Human Science, NUBS, No. 5, pp.249-263 (2008)、査読有り
- ⑦ Roy, K.: Water Resources in Relation to Major Agro-Environmental Issues in Japan, Journal of Developments in Sustainable Agriculture, Japan, Vol. 2, pp.27-34 (2007)、査読有り
- ⑧ Ahmed, A.M.M. and K. Roy: Utilization and Conservation of Water Resources in Bangladesh, Journal of Developments in Sustainable Agriculture, Japan, Vol. 2, pp.35-44 (2007)、査読有り
- ⑨ Shrestha, R.P, A. Pensuk and K. Roy: Assessment of Land Degradation in the Lower Mekong Region, Proc. of Intl. Conf. on Mekong Research for the People of the Mekong, pp243-249(2006)、査読有り

[学会発表] (計 4 件)

- ① Roy, K. et al.:Arsenic Contamination in Water, Soil and Plant Media in Bangladesh, International Arsenic Symposium in Bangladesh, Dhaka, August 11, 2008
- ② Roy, K. et al.:マレーシア国Likas川流域における水質環境について、農業農村工学会大会、秋田県、2008年8月26日
- ③ Roy, K. et al.:簡易型屋上緑化システムの開発について(その1)、農業土木学会大会、島根県、2007年8月30日
- ④ Roy, K. et al.:Arsenic in Groundwater and Its Effect on a Most Common Food Crop (*Musa spp.*) in Bangladesh、日本熱帯農学会大会、東京、2007年4月1日

〔図書〕(計 1 件)

- ① Roy, K.: Arsenic Calamity of Groundwater in Bangladesh: Contamination in Water, Soil and Plants, edited and published by Kingshuk Roy, printed in Japan by Soubun Co., Ltd.(ISBN: 4-916174-07-X), pp.1-175(2008)

〔産業財産権〕

○出願状況(計 0 件)

○取得状況(計 0 件)

〔その他〕

URL:

[http://kenkyu-web.cin.nihon-u.ac.jp/Profiles/NA/0005794/prof\\_e.html](http://kenkyu-web.cin.nihon-u.ac.jp/Profiles/NA/0005794/prof_e.html)

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

ロイ キンシュック (ROY KINGSHUK)

日本大学・生物資源科学部・准教授

研究者番号: 10339294

(2) 研究分担者

倉内 伸幸 (KURAUCHI NOBUYUKI)

日本大学・生物資源科学部・准教授

研究者番号: 00256835

(3) 連携研究者

長坂 貞郎 (NAGASAKA SADA0)

日本大学・生物資源科学部・講師

研究者番号: 70318385