

バングラデシュのヒ素汚染問題と ヒ素除去モニタリング手法に関する研究

東洋大学国際地域学研究科 学生会員 ○王博

同上 正会員 北脇秀敏

バングラデシュ工科大学 MD. MAFIZUR RAHMAN

1. 研究背景

1993年にバングラデシュの Nawabganj 地区で初めて tubewell からヒ素が検出され、その後、バングラデシュの地下水のヒ素問題が顕在化になって国際的に広く知られるようになった。ヒ素問題を解決するため、ヒ素除去措置を導入することが必要であることに政府と外部援助機関が共通の認識になっている。しかし、ヒ素除去措置は、措置の高価、地域住民のヒ素問題に対する意識の弱いなどの原因で、まだ非常に低いのは現実である。以上の現実によって、現在のバングラデシュにおけるヒ素汚染問題の解決には、以下の二つの点を直面しなければならない：①ヒ素除去措置を普及する前に住民の支払い意志額を上げて、感覚的にアピールし、個人が強く動機付けされるような活動が必要となる。②設置されるヒ素除去措置に対して、貧困層にも簡単にヒ素モニタリングを行うことが必要となる。

2. 研究目的と方法

筆者の所在している研究室は現地で入手可能な材料（グアバ葉）用いて、持続的なヒ素除去のモニタリング手法を開発していった（以下はグアバ方式で言う）。グアバ方式の原理は、グアバ葉の中に含まれるタンニンイオンが鉄と反応して黒くなる現象を利用したものである。呈色反応後の透視度を測ることにより鉄濃度とかなり正確に測ることができる。一方、PFやAIRPなどのヒ素除去装置で鉄とヒ素と同時除去できることを考え合わせると、原水に鉄があり、処理水に鉄がなければヒ素除去できたことになる。これらの現象を組み合わせると処理前の低い透視度と処理後の高い透視度の両方を測定すればヒ素の除去率も計算することができる。本研究は室内実験と現地調査によって構成され、様々な条件でグアバ抽出液と鉄との呈色反応を定量的に測定した。また2005/9、2005/12、2006/8、2006/12に計四回、バングラデシュの農村部にてヒ素汚染地域を訪問し、現地住民へのヒアリング、アンケート調査、NGOなどの援助機関とのミーティング、研究対象村における井戸の水質調査などを行った。

3. 研究対象地域におけるヒ素汚染状況の実態調査

研究対象地域は Manikganj 県の Ghior 郡の Baikunthapur 村を選んだ。対象村にて全ての井戸（101個）について水質調査を行った（調査項目は鉄、ヒ素、PH、水温、Mn、 PO_4 、 NO_2 ）。

図1を見ると、井戸の深さは70～80ft. で、バングラデシュの安全なヒ素含有濃度を超える井戸の比率は

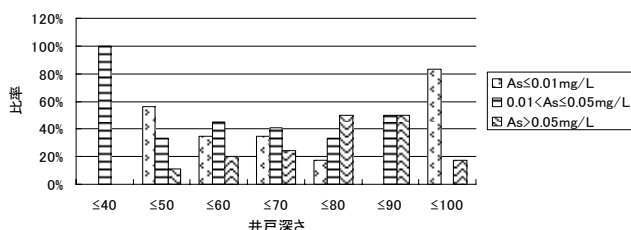


図1 井戸深さ毎にヒ素含有量の分布

多い。一方、90ft. 以上の場合で、WHOのヒ素基準でも満足できる井戸の比率は多いことは明らかになる。逆に、浅井戸の場合（50ft. 以下）は安全な井戸の比率は多く、特に40ft. 以下の井戸は不安全な井戸は現出されてない。不安全な井戸は殆ど60ft. ～90ft. の間に集中している。

キーワード：バングラデシュ、ヒ素、鉄、グアバ、モニタリング、透視度。

連絡先：〒374-0193群馬県邑楽郡板倉町泉野 1-1-1 東洋大学国際地域学研究科北脇研究室

バングラデシュの農村部では地下水中のヒ素を除去するために簡易に用いられる手段として素焼きの壺の底に小さな穴を空け、砂などを詰めてろ過をする Pitcher Filter がある。PFを設置するために 150 ～ 250TK のコストが必要である。この値段に現地村の普通民家にとっては大きな負担にならないと考えられるが、弱いヒ素意識なので、設置率はまだ極めて低いのは現実である。現地調査によって、PFにより水質の変化は明らかにした。左の図2のように、ヒ素と鉄の除去率は大きい。ヒ素の含有量は原水の400ppbから、処理水の10ppbまでに下げた。鉄濃度は原水の12mg/Lから、処理水の0.2 mg/Lまでに減少した。PFはヒ素除去と鉄除去に共に優れた能率を持つことは明らかになった。

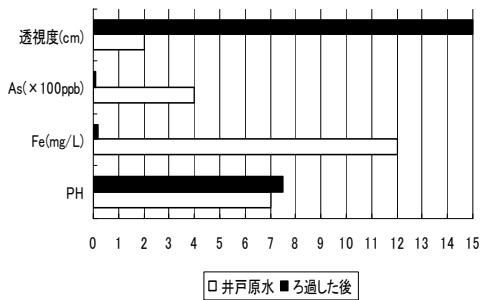


図2 PFにより水質の変化

率は大きい。ヒ素の含有量は原水の400ppbから、処理水の10ppbまでに下げた。鉄濃度は原水の12mg/Lから、処理水の0.2 mg/Lまでに減少した。PFはヒ素除去と鉄除去に共に優れた能率を持つことは明らかになった。

4. ヒ素除去モニタリング手法ーグアバ方式

表1 ヒ素除去率推量表 (Tは透視度)

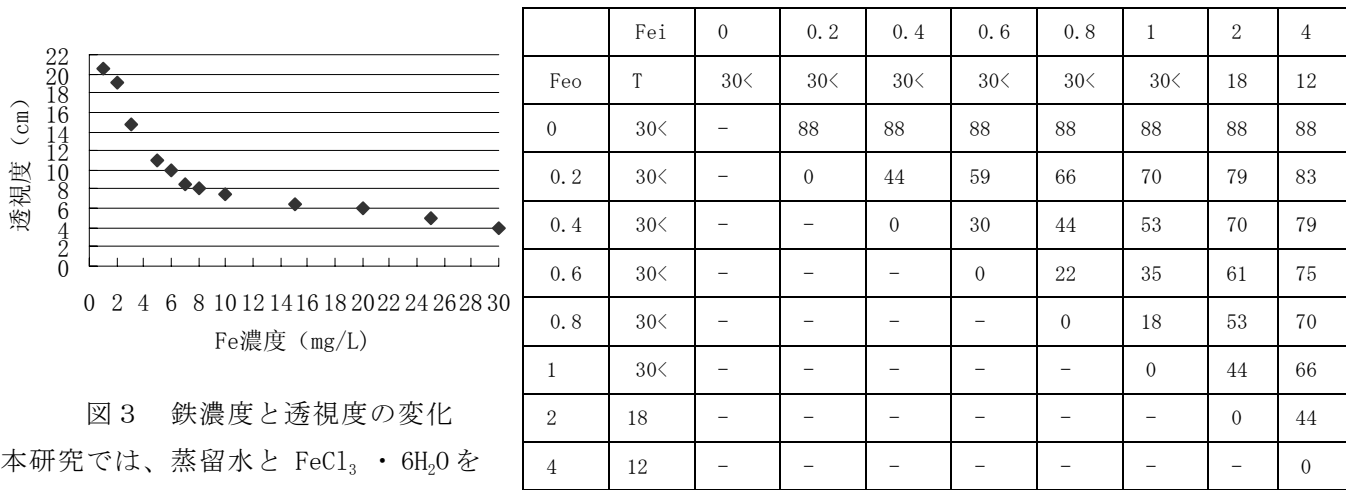


図3 鉄濃度と透視度の変化

本研究では、蒸留水と $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ を用いて模擬地下水の中にグアバ葉抽出液を入れて(250ml地下水に対して、5mlの抽出液を入れる)、変色反応を透視度計で定量的に測定する。図3の結果から、鉄濃度が増加するに従い透視度が低下するという関係が明らかになった。また0～1mg/Lの濃度においては透視度が30cm以上であることからバングラデシュの飲料水基準0.3～1.0mg/Lに近い鉄濃度の推量は可能であると考えられる。また、M.Feroze ahmedらはAIRPのヒ素除去措置における鉄除去率とヒ素除去率の解析によりヒ素と鉄の除去率の相関関係式： $Y=0.8718X + 0.4547$ (Y：ヒ素除去率、X：鉄除去率)を得た。本研究ではこの式を利用して、井戸原水の鉄濃度(Fei)、AIRP或いはPFによる処理水の鉄濃度(Feo)、また図3の鉄濃度と透視度の変化、この三つのデータにより表1のヒ素除去率推量表を作成した。この表を用いて、現地で簡単にヒ素除去モニタリングを実現できると考えられる。

参考文献

1) NAKADANI : THE STUDY OF ARSENIC REMOVAL METHOD IN GROUNDWATER IN BANGLADESH (2003)
2) 王博 : 「 The Problem of Arsenic Contamination and Monitoring of Arsenic Removal by Appropriate Technology in Bangladesh 」 (『 国際開発学会第7回春季大会』2006)
3) Md. Mafizur Rahman : REPORT OF ARSENIC (2006) nonpublish
4) KITAWAKI, Md. Mafizur Rahman ,WANG BO : MONITORING OF ARSENIC REMOVAL USING GUAVA LEAVES (2005) nonpublish