

水平砂利槽を用いたヒ素除去実験効果

宮崎大学	大学院工学研究科	博士前期課程	学生会員	上野 一樹
宮崎大学	工学部	土木環境工学科	正会員	横田 漠
宮崎大学	機器分析センター		非会員	田辺 公子
宮崎大学	大学院工学研究科	博士後期課程	学生会員	濱部 和宏

はじめに

現在バングラデシュでは、ヒ素を含まないため池水を濾過して飲料化して安全な飲料水化とする Pond Sand Filter(以後 PSF)を開発してきた。しかし PSF の建設には、村内にそれ相応の池が存在することがまず前提であり、その池、PSF 建設予定地のオーナーの承諾、地元住民による建設費の負担および回収など様々な困難がある。

そこで我々は PSF により地下水中のヒ素を除去し、乾季にも PSF を活用することを考えた。PSF によるヒ素除去が可能となれば、ため池の有無、乾季の水不足に関係なく PSF の普及がより容易になると考えられる。

PSF の前半部分にある HRF(Horizontal Roughing Filter)は過去の濁水処理の実験結果から、懸濁物質の除去に効果的であることがわかっている。バングラデシュの地下水にはヒ素と共に鉄分も多量に含まれている。ヒ素は酸化状態で 3 価の鉄と吸着・共沈する。バングラデシュにおいても地下水中の鉄を取り除く目的で砂ろ過を行い、結果としてヒ素も同時に除去されたという事例がある。

このことから、ヒ素と鉄の共沈物は砂でろ過できるほどのフロックを形成していると考えられる。砂は粒径が小さいためろ過能力は大きい、その一方で目詰まりしやすい。これは PSF においても同様であり、その解決法として HRF による懸濁物質のような大きなフロックの除去効果がある。そこで本研究においては、ヒ素と鉄の共沈物を懸濁物質と同様に考えると HRF により除去可能ではないかと考え、バングラデシュにおいて様々な実験を行い、HRF によるヒ素除去能力について検証した。

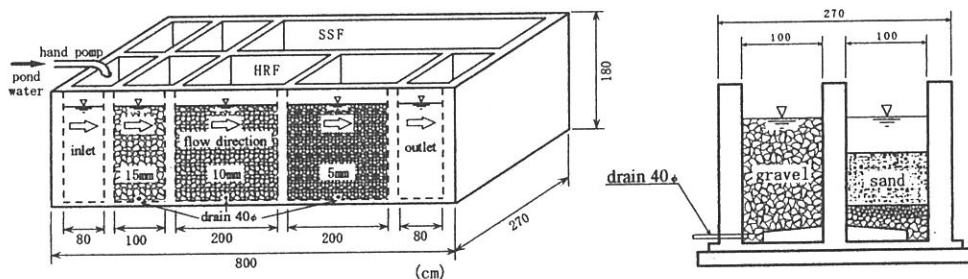


Fig.1 PSF 設計図

実験の概要

バングラデシュのシャムタ村およびマルア村で、実験で使用した礫間共沈槽 Fig.2 に示す。これは実物の1要素を切り出した形のものであり、礫槽には粒径 5mm の砂利を詰め、Outlet を通過した水は砂を敷き詰めたバケツに導かれ、砂ろ過 (SSF) もされるようになっており、PSF と同様の仕組みである。実験では、まずバケツ A に井戸水を汲み、それを蛇口のついたバケツ B に適宜に補充し、流量を調節した。実験は礫間共沈槽内がヒ素を含まない水、または実験で使用する水と同じ井戸水(ヒ素入り)で満たされている状態から開始され、約 30 毎にバケツ、Inlet、Outlet および砂ろ過後でヒ素濃度を測定した。

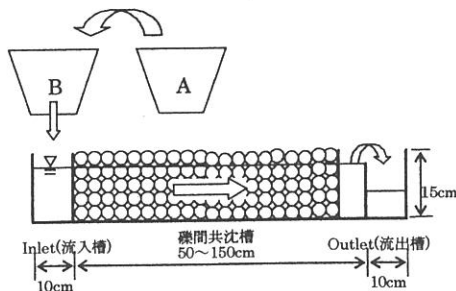


Fig.2 礫間共沈実験槽図

## 実験結果

地下水の礫間共沈槽によるヒ素除去実験の結果を示す。初期ヒ素濃度はシャムタ村では 0.2ppm でマルア村では 0.2ppm~0.4ppm であった。この時のシャムタ村、マルア村の鉄濃度は日によって若干異なるがそれぞれ 5ppm、2ppm であった。実験の結果としてヒ素濃度は outlet 後では約 0.1ppm まで低下した。礫長を 150cm にした時もヒ素濃度は約 0.1ppm まで低下した。礫間共沈槽のみでバングラデシュ飲料水基準である 0.05ppm 以下にヒ素濃度を低下させることは困難であると考えた。そこで outlet 後に砂ろ過を用いると 0.05ppm までヒ素濃度は低下した。砂濾過のみでも 0.05ppm までヒ素濃度を低下するが、早期に目詰まりする可能性がある。

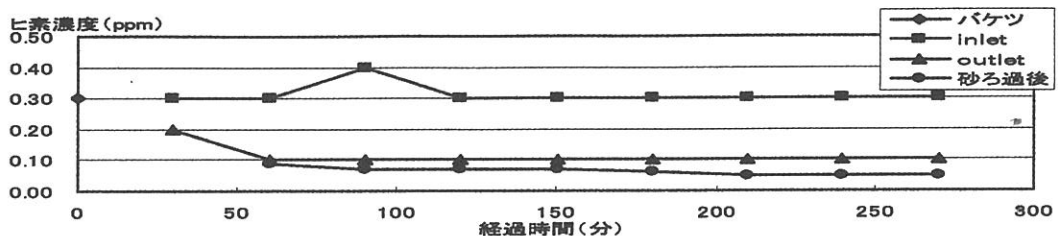


Fig.3 初期ヒ素濃度 0.4ppm で礫長 90cm 間隙流速 105cm/h でヒ素除去実験を行ったときのヒ素濃度

実際にバングラデシュで使われているPSFに井戸水を流し込んでヒ素濃度の変化を調べた。ただしこの装置の水の流れは、水平方向ではなく、斜め方向である。この時の礫長はH145cm×V110cmが2つである。1槽目の砂利槽には下から流れ込み、2槽目の砂利層には上から流れこむ。そして outlet へは下から出て行くという水の流れである。実験の結果としてヒ素濃度は outlet 後では約 0.04ppm まで低下し Supply タンク後では約 0.01ppm まで低下した。これより砂利層は 150cm より大きくするとさらにヒ素は除去される可能性があり水平方向の水の流れよりも斜めに水を流した方が有効である。

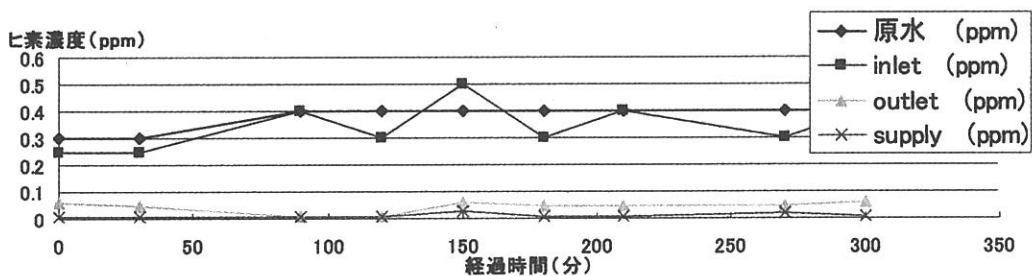


Fig.4 初期ヒ素濃度 0.4ppm 間隙流速約 240cm/h でヒ素除去実験を行ったときのヒ素濃度

## 今後の課題

- これまでの実験よりヒ素除去の有効性が認められてきているが、長期にわたっての実験が行われていない。長期間にわたって除去効果が維持されるか確認する必要がある。
- ヒ素除去装置のメンテナンスの時のヒ素と鉄のスラッジの処理問題。
- ヒ素  $As^{3+} \rightarrow As^{5+}$ 、鉄  $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$  を得るための酸化が不可欠であるが過剰に酸化させると inlet から砂利層入り口側のだけにスラッジがたまり早期に目詰まりを起こすため酸化の最適条件を探る必要がある。
- 斜め方向に水を流したときと水平方向に流したときの装置内での流れの状態・水質・物性違い。
- 今回バングラデシュでヒ素除去実験を行った装置は大きなものであり装置の小型化、コストダウンを考えなければならぬ。

参考文献：アジア地下水ヒ素汚染フォーラム要旨集