

カンボジア王国における地下水の ヒ素汚染除去装置に関する研究

国際地域学研究科国際地域学専攻博士後期課程3年
貫 久望子

キーワード：ヒ素、水供給、ヒ素除去装置、カンボジア

はじめに

1980年代以降、カンボジア王国（以下、カンボジア）をはじめとするアジア地域で、地下水のヒ素汚染問題が発生してきた[アジアヒ素ネットワーク2014]。カンボジア村落部には国民の約80%が生活し、地下水は重要な生活用水や農業用水の一部となっている。しかし、地下水にはヒ素が含まれるため、安全な水供給は緊急の課題となっている。こうした背景のもと、2010年4月から2012年3月までの2年間にわたり、水道が未整備のヒ素汚染地域である3州（カンダール州、プレイベン州、コンボンチャム州）で、筆者参加の下、非晶質鉄吸着剤を用いたヒ素除去装置（写真1）の効果実証モニタリングを実施した。このプロジェクトは、NEDO（New Energy and Industrial Technology Development Organization, Japan）助成国際協力プロジェクト「カンボジア王国における高性能鉄吸着剤を用いたヒ素汚染地下水の浄化技術の研究開発」として施行された。選定井戸に設置されたヒ素除去装置16基の内12基の処理水は5ヶ月間にわたり、カンボジアの飲用水ヒ素基準値（ $50 \mu\text{g L}^{-1}$ ）未満を示した。また、全基のヒ素除去率は約82～100%の範囲に及んだ[Kangら2014]。しかし、カンボジアにおけるヒ素除去水の供給に関する研究の多くは、地下水中のヒ素除去方法を化学的に立証したものやヒ素除去水に対する住民の支払い可能額や意思額等の経済的側面にアプローチしたものであり、地域住民のヒ素除去水の利用状況や認識について明らかにしたものは少ない。これら案件から得られた教訓として、住民にとって利用しやすいヒ素除去装置を構築するためには、住民が理解し、維持管理可能な装置であるか実証する必要がある。本研究では、住民の井戸利用とヒ素除去装置利用状況、および住民のヒ素汚染問題に対する認識の有無、について明らかにし、住民が理解し維持管理が可能なヒ素除去装置による水供給手法について考察する。



写真1. ヒ素除去装置外観

出典：筆者撮影

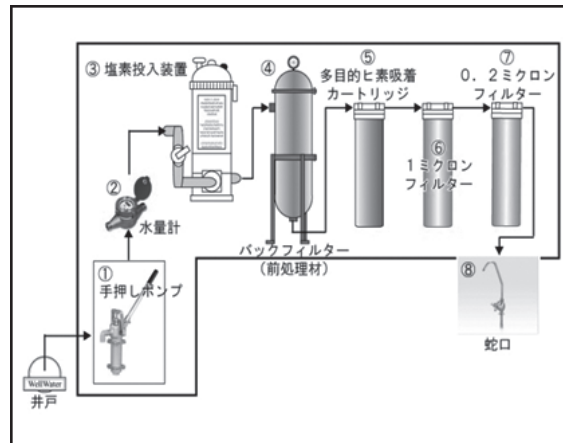


図1. ヒ素除去装置の内部構造

出典：A社資料

I 調査対象地域概要

1 カンボジアにおける地下水のヒ素汚染問題への対策と現状

カンボジアでは1999年以降、地下水が高濃度のヒ素に汚染されていることが確認され[Sampsonら2010]、2001年からMRD（Ministry of Rural Development）、MIME（Ministry of Industry Mines and Energy）、WHO（World Health Organization）による小規模の地下水のヒ素汚染に関する調査が始まった。2005年には、メコン川下流域に位置するカンダール州、コンボンチャム州、コンボンチュナン州、コンボントム州、クラチェ州、プレイベン州が特に深刻なヒ素汚染地域であることが明らかにされた。それゆえ、国際機関、研究機関、NGO等はヒ素除去技術である酸沈殿法、凝集ろ過法、吸着ろ過法、膜ろ過法等を提案し、安全な水供給について取り組んできた[Sophak2010]。しかし、これらのヒ素除去技術は有用である証明がなされているが、未だに普及していない。これらの技術が普及しない要因の1つとして、次のような例が挙げられる。川原らによると、インド・西ベンガル州村落部において、全額援助によるヒ素除去装置が未使用のまま放置された原因として、住民が自ら装置を管理し、処理水を利用するという意識がなかったためであると報告されている。筆者参加によるヒ素汚染地下水の浄化技術プロジェクトでも同様に、ヒ素除去装置故障時に放置され、住民に利用されない事態が生じた。

2 調査対象地域概要

カンボジアは熱帯モンスーン気候に属し、季節は雨季（5～11月）と乾季（12～4月）に大別され、年平均気温は約25℃である。河川湖沼地面積が4,520km²と水面積が大きい上、降水量はプノンペンで年平均約1,400mm、山岳部で年間最高5,000mm以上もあるため、平野部で洪水が発生する等の自然災害が多い。調査対象地域は、現地の政府機関や大学の先行調査により、深刻なヒ素汚染地域と確認されているカンダール州（以下K州）、プレイベン州（以

下P州)、コンボンチャム州（以下KC州）であり、各州ともメコン川下流域に位置している（図2）。各州の人口はK州で約120万人、P州で約94万人、KC州で約170万人であり、これらの合計人口はカンボジア総人口の約30%を占めている。



写真2. カンダール州の村の様子
2011年筆者撮影

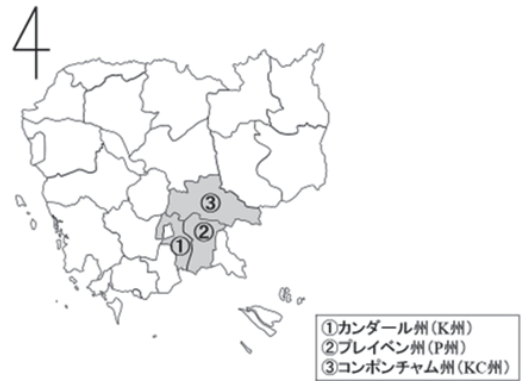


図2. 調査対象3州位置図
出典：世界白地図より筆者作成

Ⅱ 調査方法

調査1年目の2010年に、調査対象地域域3州における37井戸を選定し、住民の井戸利用状況に関する聞き取り調査と地下水中の全ヒ素濃度測定を実施した。選定井戸の地下水が高濃度ヒ素汚染地下水であることと、学校や寺院等の井戸周辺状況を加味し、37井戸から16井戸をヒ素除去装置設置井戸として選定した。2011年にはヒ素除去装置を選定した16井戸に設置し、住民のヒ素除去装置の利用状況や住民のヒ素汚染問題に対する認識の有無について聞き取り調査を実施した。また、ヒ素除去装置に設置した水量計により処理水供給量を記録した。各調査の具体的な内容は下記の通りである。

(1) 住民の井戸利用とヒ素除去装置利用状況

住民の井戸利用状況については、調査対象3州において選定した37井戸近隣住民の地下水利用の目的と井戸の使用年数について聞き取り調査を行った。処理水量使用原単位については、2011年4～8月までの5ヶ月にわたり、ヒ素除去装置16基に取り付けた水量計を用いて、住民が利用した処理水供給量を測定し、毎月記録した。さらに、ヒ素除去装置を設置した5施設種別（共同井戸、学校、寺院、民家、保健センター）における処理水の利用人数から処理水量使用原単位（L/人・月）を算出した。また、地下水（原水）および処理水ヒ素濃度分析には、JIS K 0102に従って測定した。住民のヒ素除去装置の利用用途と認識については、調査対象井戸16箇所の内、個人所有や保健センターを除き、集会開催可能な6箇所（学校4箇所、寺院1箇所、共同井戸1箇所）を選定し、各選定井戸の周辺住民約100名に対し挙手式回答による聞き取り調査を実施した。聞き取り内容は処理水の利用用途とヒ素除去装置に関する認識の有無であった。

(2) 住民のヒ素汚染問題に対する認識の有無

2011年12月、ヒ素除去装置設置井戸が位置する村および周辺の村から9村（K州：3村、P州：2村、KC州：4村）を選定し、さらに個人宅に井戸を保有する77世帯（K州：20世帯、P州：21世帯、KC州：36世帯）を選定した。また、選定世帯に対し、飲用水源、地下水の利用用途、ヒ素に対する認識の有無、に関して聞き取り調査を行った。

Ⅲ 住民の地下水および処理水の利用状況とヒ素への認識

1 水質と水利用状況

調査対象地域の水質と住民の地下水利用状況を把握するため、各井戸の地下水のヒ素濃度と地下水利用用途、および装置設置後の処理水ヒ素濃度を表1に示している。調査対象3州37井戸の内27井戸の地下水がカンボジアのヒ素基準値（ $50\mu\text{g L}^{-1}$ ）以上のヒ素濃度を示した。また、地下水のヒ素濃度が $500\mu\text{g L}^{-1}$ 以上を示す井戸が13井戸、 $1000\mu\text{g L}^{-1}$ 以上を示す井戸が8井戸確認され、K2寺院の $6903\mu\text{g L}^{-1}$ が最も高濃度であった。この数値はWHOのヒ素基準値（ $10\mu\text{g L}^{-1}$ ）の約690倍であり、地下水中のヒ素摂取による癌発生レベル（ 6750mg ）を上回っていた[Luuら2008]。ヒ素濃度測定時期は雨季であったが、調査対象井戸の地下水ヒ素濃度は高濃度を示したため、ヒ素除去フィルターの処理能は時期により変化すると推察されたが、図3に示す通り、処理水ヒ素濃度は乾季に上昇傾向にあるものの季節変動に関わらずカンボジアのヒ素基準値を下回っていた。

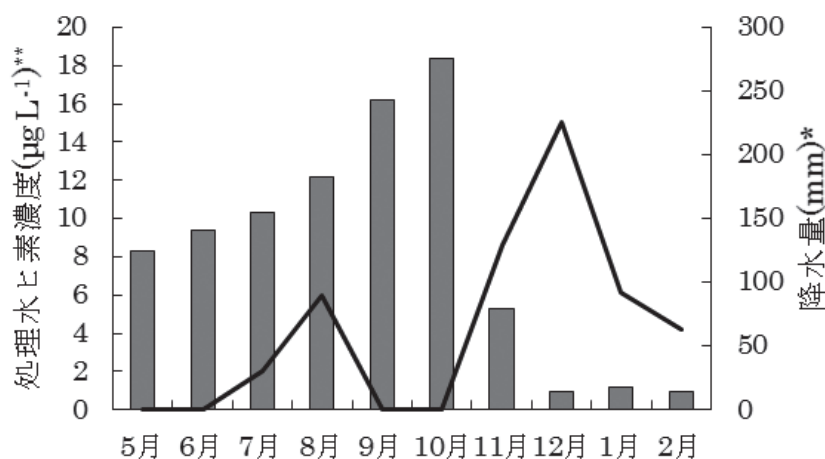


図3. 月別降水量とヒ素濃度変化

*降水量は2003～2010年のデータ平均値

**処理水ヒ素濃度は2011年4月～2012年2月の処理水ヒ素濃度

出典：統計資料2011年および調査結果に基づき筆者作成

このように調査対象地域の地下水は高濃度ヒ素汚染地下水であり、住民の慢性ヒ素中毒が懸念された。しかし、調査対象地域の井戸の地下水は生活用水の一部もしくは生活全般で利用されていたものの、飲用や炊事といった摂取目的の利用井戸は全体の20%程度であった。

このことはカンボジア村落部住民の水利用状況が季節変動に則していることに関係すると考えられた。カンボジア統計書2011によると、カンボジア村落部全体の約40%は通年で地下水を利用し、乾季には河川水や湖水等の表流水、雨季には雨水を主要水源とすることが報告されている[NIS2011]。本調査時期は雨季であったため、摂取目的の地下水利用が少なかったと考えられる。次に、全ヒ素濃度測定井戸における地下水利用用途を施設種別でみた場合、同施設種別で同様の利用傾向はみられなかった。カンボジア村落部では河川に近い地域では河川水が、河川から遠い地域では地下水が利用されるといわれており[渡辺ら2007]、各井戸が位置する村から河川までの距離が地下水利用用途の違いに影響すると考えられた。各調査地域における水源までの距離と水利用の関係については今後の検討課題とする。以上のことから、各調査対象井戸の地下水は高濃度ヒ素汚染地下水とみとめられたが、住民は季節により主要水源を変え、地下水と他の水源を併用していたため、各時期の調査対象地住民の主な利用水源を明らかにし、水利用状況に応じたヒ素除去対策の方法を検討する必要があると考えられた。

表1. ヒ素除去装置設置井戸および利用状況

調査対象州	全ヒ素濃度 測定井戸	ヒ素除去 装置設置	地下水 利用用途	ヒ素濃度 ($\mu\text{g L}^{-1}$)	
				原水*	処理水**
カン ダ ー ル 州	K1 学校	設置	灌漑	7.72×10^2	68.5
	K2 寺院	設置	洗濯	6.90×10^3	1.21×10^2
	K3 個人宅	-	未使用	13.1	-
	K4 個人宅	-	飲用, 炊事	10.4	-
	K5 個人宅	-	飲用, 炊事	23.9	-
	K6 学校	設置	洗濯, 炊事	132	68.5
	K7 寺院	設置	飲用	2.37×10^3	1.21×10^2
	K8 保健センター	設置	洗濯, 炊事	1.00×10^3	68.5
	K9 個人宅	-	洗濯, 水浴	1.04×10^3	-
	K10 個人宅	-	洗濯, 水浴	1.11×10^3	-
	K11 個人宅	-	洗濯, 水浴	3.50×10^3	-
	K12 個人宅	-	洗濯, 水浴	1.19×10^3	-
	K13 個人宅	-	洗濯, 水浴	7.48×10^2	-
	K14 個人宅	-	洗濯, 水浴	9.09×10^2	-
ブレ イ ベン 州	P1 学校	設置	トイレ洗浄用	2.22×10^2	36.3
	P2 保健センター	設置	灌漑	98.9	5.25
	P3 個人宅	設置	灌漑	58.5	60.5
	P4 個人宅	-	水浴	n.d	-
	P5 個人宅	-	飲用	n.d	-
	P6 個人宅	-	飲用, 洗濯, 炊事 灌漑, 水浴	n.d	-
	P7 個人宅	-	洗濯	n.d	-
コン ボン チャム 州	KC1 共同井戸	設置	水浴, 灌漑	2.35×10^2	5.17
	KC2 共同井戸	設置	飲用, 炊事	3.52×10^2	10.8
	KC3 個人宅	-	洗濯, 水浴	1.62×10^2	-
	KC4 学校	設置	洗濯, 水浴	5.63×10^2	17.2
	KC5 学校	設置	洗濯, 水浴	5.12×10^2	4.55
	KC6 寺院	設置	トイレ洗浄用	1.93×10^2	6.53
	KC7 学校	設置	洗濯, 水浴	9.54×10^2	13.3
	KC8 共同井戸	設置	洗濯, 水浴	4.64×10^3	13.2
	KC9 共同井戸	-	洗濯, 水浴	6.67	-
	KC10 個人宅	-	洗濯, 水浴	5.96	-
	KC11 個人宅	-	灌漑	3.93	-
	KC12 個人宅	-	飲用, 炊事	3.01	-
	KC13 個人宅	-	水浴	1.07×10^2	-
	KC14 個人宅	-	炊事, 灌漑	n.d	-
	KC15 個人宅	-	洗濯, 灌漑	49.2	-
	KC16 共同井戸	設置	炊事, 灌漑	2.38×10^3	11.3

「n.d」はno detected、「-」はデータ無し

*2010年8月の地下水ヒ素濃度

**2011年4月～2012年2月の処理水ヒ素濃度の平均値

(出典：調査結果に基づき筆者作成)

2 住民のヒ素除去装置利用状況

(1) 処理水量使用原単位およびヒ素除去能

ヒ素除去装置の必要規模を決定するには処理水使用原単位およびヒ素除去能を把握する必要があるため、表2には2011年4～8月の処理水供給量、各装置設置箇所の使用人口により算出した処理水使用原単位、処理水利用率、および原水と処理水のヒ素濃度を示している。処理水使用原単位は保健センターにおいて比較的多い利用がみられた。このことは、医療従事者だけでなく患者も処理水を利用していたためであることが聞き取り調査により明らかとなった。また、各ヒ素除去装置設置箇所の処理水利用状況には差があるため、施設種別の使用原単位については表3を用いて後述する。

処理水ヒ素濃度については、16箇所の内4箇所でカンボジアのヒ素基準値を超過していた。この4箇所の内1箇所は処理水供給量が多い保健センターであり、処理水利用率が100%を超過していた。一方、その他の3箇所（K1学校、K2寺院、P3個人宅）では処理水供給量に差はみられないが、いずれも処理水利用率は低かった。以上のことから、処理水使用原単位が多量かつ処理水利用率が高いヒ素除去フィルターはヒ素除去能を超えた利用がなされていたと推察され、このような場合はヒ素除去フィルターの定期的な交換が重要であると考えられた。一方、ヒ素除去装置の処理水利用率が低いにも関わらず、処理水ヒ素濃度が高濃度を示したヒ素除去装置では、ヒ素除去フィルター中に溝ができることで地下水と鉄吸着剤が十分に接触していないことが推察された。

表2. ヒ素除去装置による処理水供給量

ヒ素除去 装置設置箇所	使用者 (人)	処理水供給量 (m ³)				処理水 使用原単位	可能 処理 水量 (B)	処理水 利用率 (A/B ×100)	原水 ヒ素 濃度 ..	処理水 ヒ素 濃度 ..
		4-6月	7月	8月	合計 (A)		(m ³)	(%)	(μg L ⁻¹)	
K1 学校	-	8	1	-	9	-	80	11.3	258	58
K2 寺院	30	8	0.8	1	9.8	50.0(L/僧侶数・日)	104	9.42	413	170
K6 学校	50	46	44	29	120	367(L/生徒数・日)	119	101	334	10
K7 寺院	45	9.3	0.4	-	9.7	33.0 L/僧侶数・日)	606	1.6	41	6.0
K8 保健センター	5	24	11	12	47	1440(L/箇所・日)	34	138	28	160
P1 学校	650	4.4	3.8	1	9.2	2.17(L/生徒数・日)	360	2.56	143	56
P2 保健センター	10	12	8.3	3.2	24	360(L/箇所・日)	1600	1.47	10	2.7
P3 個人宅	10	5	0.7	0.8	6.5	99.5 (L/居住者数・日)	1356	0.48	1310	110
KC1 共同井戸	140	2.9	3.5	2.1	8.5	9.29(L/使用者数・日)	341	2.49	62	4.5
KC2 共同井戸	100	6	2.6	2	11	16.2(L/使用者数・日)	227	4.67	111	7.5
KC4 学校	500	3.5	1.1	-	4.6	1.41(L/生徒数・日)	142	3.24	129	8.5
KC5 学校	550	0.9	0.4	-	1.3	0.362(L/生徒数・日)	156	0.833	39	0.33
KC6 寺院	30	10	11	2	23	117 (L/僧侶数・日)	3200	0.719	17	5.3
KC7 学校	600	1.7	-	3.4	5.1	1.30(L/生徒数・日)	1600	0.319	4.8	0.67
KC8 共同井戸	20	-	7	1.5	8.5	65.0(L/使用者数・日)	17	50	67	14
KC16 共同井戸	30	1	0.6	-	1.6	8.16(L/使用者数・日)	34	4.71	12	5.5

「n.d.」はno detected、「-」はデータなし（使用不可）

*投入した非晶質鉄とヒ素吸着剤と各地点のヒ素濃度から算出された数値

**2011年4～8月の全ヒ素濃度の平均値

(出典：調査結果に基づき筆者作成)

表2から各ヒ素除去装置設置箇所の処理水利用状況に差があると考えられたため、表3には施設種別の処理水使用原単位の平均値と使用形態を示した。各装置設置箇所の処理水使用原単位の差異は、各箇所の使用者数の違いによる影響があることが考えられた。しかし、各施

施設種別の処理水使用原単位においても保健センターの利用量が多いことがわかった。保健センターでは処理水を自らの手洗いや飲用水として利用するだけでなく、乳幼児の沐浴や患者治療時に利用していたことが医療従事者への聞き取り調査で明らかとなっている。一方、学校ではK6を除き使用者数が多いが処理水を通常手洗い程度にしか利用しないことや夏季休暇や連休期間中は装置が未運転であったことから、他施設種別に比べ処理水量使用原単位が少なかったと考えられた。住民への聞き取り調査により、共同井戸では住宅からヒ素除去装置までの距離の問題や処理水供給量の不十分さといった理由で自宅保有の井戸を利用していたことがわかった。このことから、実際の装置使用者数は聞き取りによる人数より少なかったと考えられる。寺院では住み込みの僧侶が処理水を生活用水全般に終日利用していたため、比較的多い利用がみられた。以上のことから、安全な水を必要とする医療現場においては処理水の需要が高く、その他の施設種別では装置本体の問題、装置までの距離および住民の生活用水への利用程度により処理水量使用原単位が異なることがわかった。

表3. 各施設種別の処理水使用原単位平均値（4～8月）と使用形態

施設種別	使用原単位平均値	使用形態	備考
学校	8.6 (L/生徒数・日)	昼間	中学校生徒が主に利用
共同井戸	3.3(L/使用者数・日)	終日	井戸周辺住民が利用
個人宅	4.4(L/居住者数・日)	終日	所有世帯が利用
保健センター	1175(L/箇所・日)	終日	医療従事者と患者が利用
寺院	43(L/僧侶数・日)	終日	住み込みの僧侶が利用

(出典：調査結果に基づき筆者作成)

季節による処理水使用量の変化を把握するために、図4には施設種別の処理水供給量を示している。処理水供給量は各施設種別において7月から8月にかけて減少傾向にあった。このことは、4月から7月は乾季から雨季に変化する時期であり雨水取得が不安定である一方で、降水量が増加する8月には雨水や河川水等の代替水源が十分に取得できるためであると推察された。

次に、季節変動による原水と処理水のヒ素濃度変化を把握するため、図5は2011年4～8月までの原水と処理水の全ヒ素濃度を示している。原水と処理水はいずれも雨季にかけてヒ素濃度が低下する箇所と上昇する箇所がみられ、雨季にかけ原水と処理水ヒ素濃度が必ずしも低下するとは限らないことがわかった。このことは季節により水脈が変わる等の自然的な要素、もしくは装置内でヒ素の再溶出の可能性が関係していると推察されたが、詳しくは今後の検討課題とする。施設種別でみた処理水ヒ素濃度では、学校および共同井戸が5ヶ月間にわたりカンボジアのヒ素基準値未満を維持していた。また、5ヶ月間の平均ヒ素除去率は学校で約80%、共同井戸で約70%であった。これは季節変動に関係なく、地下水とヒ素除去フィルターが十分に接触していたためであると考えられた。一方で、最も処理水供給量が多い

保健センターでは季節に関係なく処理水ヒ素濃度が原水ヒ素濃度を上回っており、ヒ素除去能以上の処理水利用がされていたためであることが推察された。そのため、医療現場におけるヒ素除去装置は定期的なヒ素濃度検査や保守点検が重要であると考えられた。

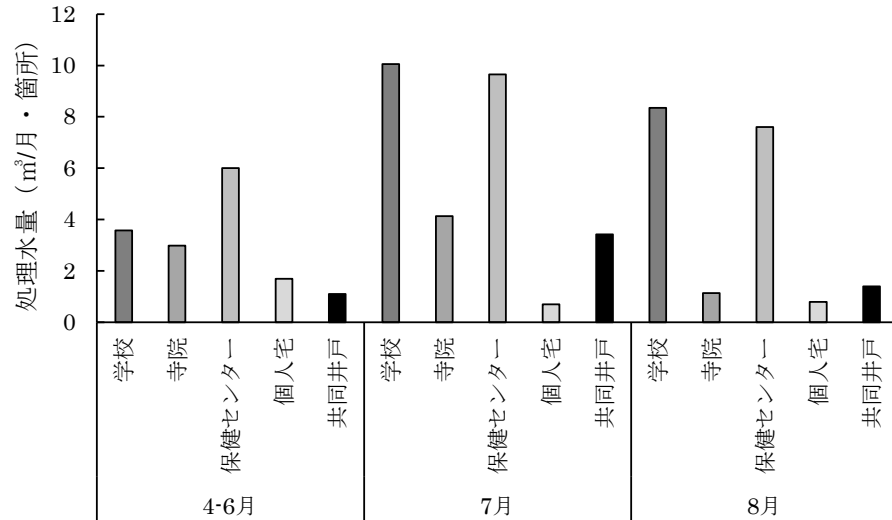


図4. 施設種別の処理水供給量 (2011年4～8月)

出典：調査結果に基づき筆者作成

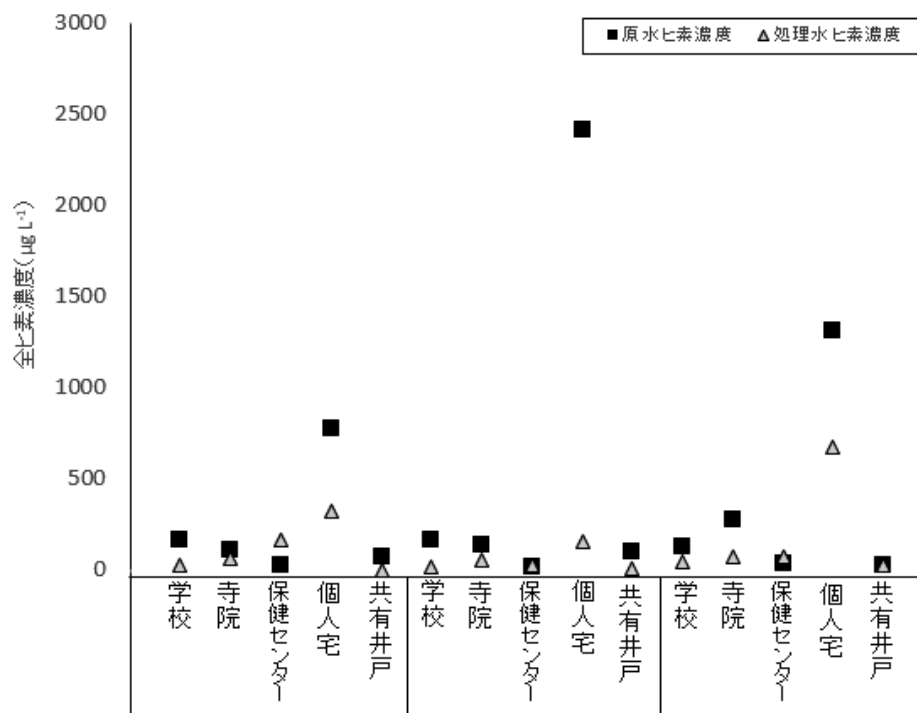


図5. 原水と処理水の全ヒ素濃度 (2011年4～8月)

出典：調査結果に基づき筆者作成

(2) 住民のヒ素除去装置の利用用途と認識

調査対象地域における住民のヒ素除去装置による処理水に対する認識の有無では、調査対

象住民の多くが認識有りと回答した（表4）。しかし、処理水利用は必ずしも摂取目的ではなく、施設種別によって処理水利用用途は異なっていた。学校ではトイレ洗浄用や手洗い程度の利用である一方で、寺院では生活に密着した利用がなされていた。このことは、住み込みの僧侶の住居と装置設置井戸が近距離に位置していたことが関連していると推察された。また、共同井戸については、「ヒ素除去装置付属の手動ポンプが利用し難いこと」、「住宅から装置までの距離が遠いこと」、「十分な水量が確保できないこと」、「管理者不在による装置故障時は利用不可能である」という理由から処理水は水浴びや洗濯程度の利用であることが聞き取り調査により明らかとなった。以上のことから、住民はヒ素除去装置への認識があるものの、装置設置状況の違いや装置自体の問題や水供給手法の欠如等から、ヒ素除去装置の十分な利用がなされなかったと考えられた。

表4. 住民のヒ素除去装置利用用途と認識

施設種別	処理水利用用途	処理水に対する住民の認識の割合	住民の意見
学校	トイレ洗浄，手洗い	90～100%	生徒には装置の利用が難しい
寺院	洗濯，水浴，歯磨き 食器洗浄，飲用	90～100%	生活用水全般への利用を希望する
共同井戸	水浴，洗濯	90～100%	装置付属のポンプが利用し難い 住宅から装置までの距離が遠い 十分な水量が得られない 故障時は利用不可能である

（出典：調査結果に基づき筆者作成）

3 住民のヒ素汚染問題に対する認識の有無

住民のヒ素汚染に対する認識はヒ素除去装置の利用状況に関わるため、表5は調査対象地域において聞き取りを実施した住民の世帯数と世帯人数、飲用水源、地下水の利用用途、ヒ素中毒についての認識調査結果について示している。調査対象3州77世帯のうち、K州バンテイデック村を除き、約90%は雨水や河川水等の他水源と地下水を飲用水源としており、さらに、その内の約70%の世帯はヒ素に対する認識が有ると答えた。また、ヒ素に対する認識が有る世帯の内、半数は地下水を炊事にも利用しており、今後の慢性ヒ素中毒が懸念される。ヒ素に対する認識の有無は地域間で異なり、調査対象村の中には国際援助機関により地下水のヒ素汚染が確認されたものの、ヒ素汚染地下水を継続して利用している村も存在していた。このように、ヒ素に対する認識が有りながら、ヒ素汚染地下水を利用することは、住民にとって、①金銭的に負担が少ない、②保有井戸は近距離で利用しやすい、ということが原因であることが聞き取り調査により明らかとなった。

表5. 地下水の利用状況とヒ素中毒に対する認識の有無

州	村名	世帯数 (人数)	飲用水源	井戸水の 使用用途	認識有りの 世帯数
カンダール	ボントエイデック	6(45)	雨水, 河川水, ボトル水	炊事, 洗濯, 水浴	6世帯
	ハアウチョンクサッ	7(40)	沼の水, 井戸水	炊事, 洗濯, 水浴, 飲用	0世帯
	ダアイエット	7(46)	雨水, 河川水	飲用, 洗濯, 水浴, 飼育	7世帯
ブレイベン	ピアムコー	10(61)	雨水, 井戸水	炊事, 洗濯, 水浴, 飲用	10世帯
	ボンロー	11(68)	雨水, 井戸水	炊事, 洗濯, 水浴	11世帯
コンボンチャム	コーロカ	5(29)	雨水, 井戸水	炊事, 洗濯, 水浴, 飲用	0世帯
	デェムチャム	4(22)	雨水, 井戸水	炊事, 洗濯, 水浴, 飲用	2世帯
	コーピアック	17(85)	雨水, 井戸水	炊事, 洗濯, 水浴, 飲用	17世帯
	コーピコック	10(38)	雨水, 井戸水	炊事, 洗濯, 水浴	8世帯

(出典：調査結果に基づき筆者作成)

IV 結論

本研究では、住民の井戸利用とヒ素除去装置利用状況、および住民のヒ素汚染問題に対する認識の有無について考察した。得られた知見および提案は以下の通りである。

①住民の井戸利用とヒ素除去装置利用状況

住民は季節により主要水源を変え、地下水と他の水源を併用していたため、必ずしも高濃度ヒ素汚染地下水のみを利用しているとは限らなかった。また、ヒ素除去装置設置対象施設種別により処理水の利用用途は異なっていた。持続的に安全な水を必要とする保健センターでは処理水需要が高く、その他の施設種別では装置本体の問題や住民の生活用水への利用程度により処理水量使用原単位は異なった。

②住民のヒ素汚染問題に対する認識の有無

住民はヒ素除去装置への認識があるものの、装置設置状況の違いや装置自体の問題や水供給手法の欠如等から、ヒ素除去装置の十分な利用がなされなかった。また、地下水のヒ素汚染に対する認識の有無は、地域間で異なり、ヒ素への認識が有りながら地下水利用を継続していた。

③水委員会の設置

調査による地下水ヒ素汚染対策は、住民参加型のヒ素除去装置設置が実施されなかったことが住民の積極的な処理水利用につながらなかった原因の1つであると考えられた。そのため、現地のフォーマルリーダーを頂点とする水委員会を設置し、ケアテイカーが装置管理者となり、自主管理運営をする必要がある。

④サプライチェーンの構築

調査で用いたヒ素除去装置の部品は日本製品であり、ヒ素除去装置設置箇所であるKC5およびKC16では故障した際に現地住民が修理を行えず放置されるという事態が起きた。調査により、特に医療現場における処理水供給量が多かったため、定期的なヒ素濃度検査や保守点検は重要である。そのため、現地の技術者養成や現地で入手可能な装置部品が必要不可欠であり、現地でヒ素除去装置のが実施可能な体制づくりを行う必要がある。

⑤啓発活動

住民が処理水の必要性を認識するには、ヒ素中毒に関する知識を深めることが重要であるといえる。そこで、住民が理解しやすい形式である紙芝居や劇を用いてヒ素中毒やヒ素汚染対策について教える必要がある。

引用文献

1. Kan.Y、Takeda.R、Nada.A、Thavarith.L、Tang.S、Nuki.K、Sakurai.K、2014、
「Removing arsenic from groundwater in Cambodia using high performance iron
Adsorbent」、Environ.Monit.Assess、Springer International Publishing Switzerland
2014、DOI10.1007/s10661-014-3806-6
2. Luu.T.T.G、Sthiannopkao.S、Kim.K、2008、「Arsenic and other trace elements
contamination in groundwater and risk assessment study for the residents in the
Kandal Province of Cambodia」、Environment International、pp455-460
3. National Institute of Statistic2011、2011、「Statistical Yearbook of Cambodia」、pp14-
351
4. Sampson.M.L、Bostick.B、Chiew.H、Hagan.J.M、Shantz.A、2003、「Arsenicosis
inCambodia:Case studies and policy response」Applied Geochemistry、pp2977-2986
5. Sophak.R、2010、「A Study on the Community Awarenessson Arsenic Rural Cambodia」、
Master's thesis、Toyo University
6. アジアヒ素ネットワーク、「アジアのヒ素汚染」、http://www.asia-arsenic.jp/top/?page_id=55、2014年9月5日アクセス
7. 渡辺徹、三浦尚之、大村達夫、2007、「メコン川流域における水利用と感染症リスク;モダンメ
ディア」53巻4号、pp105-110

A study on the Mitigation of Ground Water Arsenic Contamination in Rural Area of Cambodia

NUKI, Kumiko

Keyword

Arsenic, Water supply, Removal technologies, Cambodia

Abstract

In Cambodia, arsenic (As) contamination in ground water has been a serious problem since 1999, whereas surface water such as river water has been an important source for drinking. However, due to river contamination by domestic waste water, water from tube-wells is important source for drinking and agricultural uses.

Several international aid organizations and research entities have been proposing arsenic removal methods, such as oxidation and sedimentation, coagulation and filtration, sorptive filtration and membrane filtration. Although it has been proved that these methods are technically efficient for the removal As, they still have not been widely accepted.

This study aims at the verification of the performance of As removal technologies which local people can understand and maintain. Lessons learned from sophisticated technology of high performance iron adsorbent were also obtained.