

Bangladesh沿岸部農村における飲料水の選択—村民の安全認識に着目して—

山田翔太 (立命館大学大学院 国際関係研究科 博士課程後期課程)

本研究は Bangladeshの飲料水問題から砒素汚染とは水の着色や味という点で異なる問題である塩害を取り上げ、村民の飲料水源の選択要因と村民による飲料水の安全認識を解明することを目的とした。研究方法は2017年8月3日～9月22日に同国南西部のサトキラ県、シャムナゴール郡、ムンシゴンジ・ユニオンのJ村での現地調査であった。調査の結果、同国沿岸部農村に居住する村民は砒素汚染地域と同様の要素、つまり安全認識、水量、水汲み労働の有無、価格を総合的に考慮し飲料水源を選択していることが明らかになった。しかし、安全認識に関しては、池の水を砂層濾過する装置であるPSFで村民の安全認識と簡易水質調査の結果に差異が現れた。つまり村民はPSFを安全な飲料水源であると考えていたが、実際には安全ではない飲料水源であったのである。この背景には、濾過の有無が影響していると考えられる。つまりPSFのような濾過装置が用いられた場合には、村民はその濾過装置の使用をもって飲料水源が安全であると判断するということである。したがって、濾過装置が正常に機能しておらず、実際には安全な飲料水を供給できていない場合でも、村民は安全な飲料水源であると判断してしまうのである。この点については、開発援助によりPSFなどの濾過装置が設置される際に、定期的な維持管理と水質管理を行うことができるようなシステム作りが重要になると言えよう。

Drinking Water Selection in Coastal Bangladesh: Focusing on Villagers' Recognition of Safe Drinking Water

Shota Yamada (Graduate School of International Relations, Ritsumeikan University)

This study focused on the salinity problem in coastal Bangladesh due to a difference in water colour and taste in arsenic prone areas, and aimed to identify factors involved in villagers' drinking water selection and recognition of safe drinking water. To achieve these objectives, a field survey was conducted in the village of Shyamnagar Upazila. The survey results revealed villagers in coastal regions select their drinking water by checking safeness, amount, labour involved in collection and price. These perspectives were the same in arsenic prone villages. However, the recognition of safeness differed from simple water quality test results obtained from pond water filtration systems (PSFs). This means PSF water was not safe to drink although villagers thought the systems supplied safe drinking water due to the existence of filtration. Therefore, villagers may consider their drinking water to be safe, although the purification system may not be functional and the water unfit for consumption. This study concludes it is important to maintain and monitor water quality at purification system sites that purport to supply safe drinking water.

山田翔太 (立命館大学大学院 国際関係研究科 博士課程後期課程)

1. はじめに

Bangladesh農村は地下水の砒素・鉄分汚染、表流水のバクテリアなどによる汚染や、沿岸部での塩害により飲料水問題が深刻である。しかし、同国の飲料水に関する先行研究では砒素汚染地域での研究が多く、砒素汚染地域以外での研究蓄積は少ない。砒素汚染地域では、水運び労働のストレスが飲料水源の選択に影響を与えていることが指摘されている ([2])。また砒素が無色・無臭であり日常的にその存在を知覚することが困難なことや、砒素中毒を発症するには数 10 年という長い年月を要するため村民の砒素汚染対策に関する意識が低下していることが指摘されている ([7])。加えて砒素に汚染されていない飲料水源の受容にする調査では、村落水道や深井戸などの採水に多くの時間を要しない水源が好まれることを示している ([4])。

しかし、水への着色がないことなどは砒素の特性であって、他の飲料水問題を引き起こす要因とは異なると考えられる。そこで、砒素汚染地域と非砒素汚染地域では村民による飲料水源の選択と飲料水の安全認識は異なる可能性があると言えよう。そこで本稿ではこの点を明らかにするために、同国の砒素汚染以外の飲料水問題から塩害を取り上げ、村民がどのように飲料水源の選択を行っているのか、また村民は飲料水の安全認識をどのように行っているのかを解明することを目的とした。本研究の意義は、開発援助が村民に与える影響や、村民の被援助物への認識の解明を通して、より効果的な問題の解決方策への寄与が考えられる。

2. 調査・研究方法

本研究では 2017 年 8 月 3 日～9 月 22 日に同国南西部のサトキラ県、シャムナゴール 郡、ムンシゴンジ・ユニオンの J 村での現地調査を行った。まず予備調査として無作為に抽出された 90 世帯への、雨季と乾季の飲料水源についての聞き取りを行った。この結果、雨水、PSF、池、浅井戸、有料水という 5 つの飲料水源が特定された。しかし、浅井戸は雨季に 4 世帯、乾季に 5 世帯、有料水は雨季に 1 世帯、乾季に 3 世帯と使用する世帯が少なかった。このため、本稿では調査村の村民に広く使用されていた雨水、PSF、池という 3 つの飲料水源に限定して考察を行うこととした (表 1)。

表 1. 調査世帯の雨季と乾季の飲料水用の水源 (n=82)

水源	季節	雨季	乾季
		(世帯数)	(世帯数)
雨水 (注1)		49	5
ポンド・サンド・フィルター (PSF)		28	59
池		5	18
合計		82	82

(注 1) 恒常的な雨水の使用を、雨季 (3 か月) の半分である 1 ヶ月半以上とした。

(出典) 筆者作成。

次に本調査として本稿で対象とする飲料水源のみを使用する 82 世帯 (以下、調査世帯) への使用する飲料水源がどのような特徴を持つのかに関する聞き取りと、飲料水源への簡易水質調査を行った。簡易水質調査

では電気伝導率 (EC)、水素イオン指数 (pH)、化学的酸素要求量 (COD) を計測した⁽¹⁾。なお、本稿で行った簡易水質調査に関する同国と WHO が示す安全基準についてであるが、EC については同国と WHO の双方において飲料水の水質基準は定められておらず、pH については WHO で 6.5-8.6 という範囲が、COD については同国の飲料水の水質基準で 4 mg/ L 以下と定められている ([1])。

3. 結果と考察

以下では、調査村で使用されている雨水、PSF、池に対して行った簡易水質調査の結果と各水源への村民による安全認識を詳説し、それを基に塩害地域での村民の飲料水源の選択要因と安全認識の基準を詳説する。

3.1.1 雨水

雨水は庭に設置した手作りの簡易集水装置や家屋の屋根を使って集水されていた。貯水先は同国で伝統的に使用されている容器 (コルシやモトカ) や、市場や NGO から購入したプラスチック製の容器であった。

調査世帯から採水した雨水に対して行った簡易水質調査の結果を表 2 に示した。なお、採水できたのは充

表 2. 雨水の水質 (n=42)

No	EC (μS/ cm)	pH	COD (mg/ L)	No	EC (μS/ cm)	pH	COD (mg/ L)
1	10	7.02	0	22	43	7.84	2
2	10	7.52	1	23	47	6.85	0
3	14	5.62	0	24	50	7.79	1
4	14	7.46	1	25	51	7.66	≥8
5	14	7.47	1	26	53	7.60	3
6	17	8.14	1	27	55	7.53	0
7	20	7.54	1	28	55	7.61	0
8	24	7.66	1	29	57	8.12	3
9	24	7.74	0	30	60	6.97	0
10	26	7.64	1	31	60	7.88	1
11	29	7.64	1	32	61	7.41	1
12	30	7.41	0	33	70	7.56	6
13	32	7.65	1	34	70	7.86	0
14	34	7.87	1	35	76	7.72	3
15	35	7.34	≥8	36	76	7.74	1
16	36	7.51	1	37	79	7.31	≥8
17	36	7.58	1	38	85	8.27	1
18	36	7.87	1	39	86	7.98	1
19	36	8.41	3	40	88	7.33	≥8
20	37	7.75	1	41	92	7.96	1
21	41	7.36	1	42	112	7.30	≥8

(出典) 筆者作成。

分な雨水が貯水されていた42世帯分であった。まずECでは、採水できた雨水のうち1個のサンプルを除いて100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下であった。したがって、採水できたサンプルのほぼすべてで塩分などによる汚染の少ない飲料水源であると考えられる。次にpHでは、採水できた雨水のうち1個のサンプルを除いてWHOが定める基準(6.5-8.5)以内であった。最後にCODでは、採水できた雨水のうち36個(約86%)のサンプルで同国政府が定める基準値である4 mg/L を下回っていた。したがって、採水できたサンプルのほとんどで有機物などが少なく、汚濁負荷が小さい飲料水源であると言える。なお、COD値が高いサンプルでは雨水の集水以外の用途で使用した容器が使用されることにより雨水の保存過程で何らかの有機物などが溶解していることが考えられよう。以上から、雨水は塩分や有機物などによる汚染が少なく、塩害地域である調査村では安全な飲料水であると考えられる。

村民の雨水への安全認識としては、塩味などの味がなく無色透明であることから安全な飲料水源であるとの意見が聞かれた。したがって、雨水では簡易水質調査の結果と村民による飲料水源の安全認識が一致した。しかし、一部の村民からは雨水が低温であり下痢や腹痛を引き起こす可能性も指摘された。また、雨水は自宅で集水することができるため水汲み労働の必要がなく、貯水容器以外に出費が必要ない点で優れた水源であるが、基本的に雨季のみしか採水ができないという点で問題があるとの指摘がなされた。

3.1.2 ポンド・サンド・フィルター (PSF)

PSFは池に設置され、手押しポンプなどで汲み上げられた水を砂層により濾過する装置である。調査村では16基のPSFが政府機関やNGOによる開発援助で設置されていたが、そのうち9基が放棄されていた。したがって、調査村で稼働していたPSFは7基であったが、調査世帯が飲料水源として使用していたのは6基であった。設置場所は基本的に村民が飲料水源として使用していた池であった。また、PSFごとに異なるが年間に1~6回程度の清掃が行われ、5~50BDTを維持管理費として支払う必要があった。

表3に調査世帯が使用していたPSFとその原水の池の水に対して行った簡易水質調査の結果を示した。まずECではPSFの原水である池で高い値を示していることが分かる。この背景には塩害が挙げられよう。またPSFの使用後もEC値は高い値を示しており、No. 6のPSFを除くすべてのPSFでその値は僅かに上昇していたが、原水である池の水質とほとんど変化はなかった。PSFの使用後もEC値が高い値を示す理由は、PSFでは塩分の除去が困難であること([3])が挙げられよう。したがって、PSFではそのすべてが塩分などにより汚染されている可能性が考えられる。次にpHでは、砂層濾過によりその数値に影響はないものであるが、原水である池のすべてでWHOが定める基準値の範囲内であり、PSFの使用後は1個のサンプル(No. 6)を除いてWHOが定める基準値以内であった。最後にCODでは、原水である池のすべてで同国政府の定める基準値を超えていた。PSFの使用後は1個のサンプル(No. 6)のみで水質の改善が見られ、このPSFでは数値が同国政府の定める基準値以内となっていた。しかし、その他のすべてのサンプルでCOD値の改善は見られなかった。したがって、PSFの水は有機物などが多く汚濁負荷が大きい水源であると考えられる。この背景には、PSFの水質が原水である池の水質に依存することが挙げられる([3][5])。つまり、原水である池の水質が良好ではないために、PSFの使用後における水質も良好ではないということである。また、原水である池の水質が良好ではない理由としては、水源である池とトイレの距離が近いことや、水源である池で沐浴や洗い物が行われていること([6])が挙げられる。以上から、PSFは開発援助により設置され、砂層濾過機能を有しているにも関わらず塩分や有機物などによる汚染が多く、塩害地域である調査村では安全な飲料水ではないと考えられる。また、調査村のPSFは十分に濾過機能を果たすことができず、原水である池とほぼ同等の水質であると言えるだろう。

表3. ポンド・サンド・フィルター (PSF) とその原水である池の水質 (n=6)

No	濾過前・後	EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	pH	COD (mg/ L)
1	池 (原水)	416	7.09	≥ 8
	PSF	434	7.18	≥ 8
2	池 (原水)	405	7.46	≥ 8
	PSF	458	7.88	7
3	池 (原水)	434	7.86	7
	PSF	477	7.89	≥ 8
4	池 (原水)	554	7.33	≥ 8
	PSF	623	7.45	≥ 8
5	池 (原水)	615	7.35	≥ 8
	PSF	642	7.54	≥ 8
6	池 (原水)	1,070	7.58	≥ 8
	PSF	1,063	8.77	4

(出典) 筆者作成。

村民のPSFへの安全認識としては、塩味を感じることや原水である池が緑色である点が指摘されていた。しかし砂層濾過がなされており、水も無色透明であることから村民は安全な飲料水源であるとの意見が聞かれた。したがって、PSFでは簡易水質調査の結果と村民による飲料水源に対する安全認識が相違した。また、PSFは雨水とは異なり水汲み労働の必要があり、維持管理費の支払いなどの出費も必要である点で経済的・肉体的負担もあるが、通年で飲料水を手入れできる点で優れた水源であるとの意見が聞かれた。

3.2.3 池

調査村の池はすべて村民により掘られたものであった。池の場所はモスジッドや学校といった公共施設や村民の屋敷地内であった。なお、モスジッドと学校の池については過去にPSFが設置されていたが、現在は放棄されていた。

表4に池から採水した水に対して行った簡易水質調査の結果を示した。まずECでは、すべてのサンプルで高い値を示した。したがって、すべての池で塩分などにより汚染の可能性があり、この背景にはPSFと同様に塩害が挙げられよう。次にpHでは、採水できた雨水のうち1個のサンプルを除いてWHOが定める基準値以内であった。最後にCODでは、採水したすべてのサンプルで同国政府の基準値を超えるとともに、検査

表4. 池の水質 (n=5)

No	EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	pH	COD (mg/ L)
1	565	7.34	≥ 8
2	580	7.64	≥ 8
3	700	7.23	≥ 8
4	816	7.81	≥ 8
5	1,576	8.63	≥ 8

(出典) 筆者作成。

キットの限界値である ≥ 8 mg/Lを示した。したがって、池の水は有機物などが多く汚濁負荷が大きい水源であると考えられる。この理由としては、PSFの原水である池の場合と同様にトイレの距離が近いことや、沐浴が行われていることなどが挙げられる（[6]）。以上から、池は塩分や有機物などによる汚染が多く安全な飲料水ではないと考えられる。

村民の池への安全認識としては、PSFのような濾過がなされていないことや、水が緑色で塩味もあることから安全な飲料水源ではないとの意見が聞かれた。したがって、池では簡易水質調査の結果と村民による飲料水源に対する安全認識が一致した。また、PSFと同様に水汲み労働の必要があるため肉体的負担はあるが、維持管理費の支払いがない点や、通年で飲料水を手に入れる点で優れた水源であるとの意見が聞かれた。

3.4 塩害地域における村民による飲料水源の選択と安全認識

以上の現地調査で得られた結果から、同国沿岸部農村の村民は砒素汚染地域と同様の要素、つまり安全認識、水量、水汲み労働の有無、価格を総合的に考慮した上で飲料水源を選択していると言えるだろう。したがって、雨季には安全な飲料水源であると考え、水量も十分に確保でき、貯水容器以外には費用がかからず、水汲み労働の必要がないことから、雨水を選択しているのであろう。また、貯水容器を手に入らず十分な水量を確保できない世帯が、水汲み労働の必要はあるが、安全な安全な飲料水源であるとするPSFを使用していると考えられる。また、乾季には降雨量が減少することから雨水を採水・貯水することが困難になるため、それを使用する世帯は減少し、PSFや池を使用する村民が増加するのと言えよう。そして、乾季でのPSFと池の選択についても、水源の安全認識の観点からPSFを選択する村民が多いと考えられる。

しかし、ここで注意しておくべき点としては、PSFでは村民の安全認識と、簡易水質調査の結果が異なっていたということである。この背景には、村民が指摘したように濾過の有無が影響していると考えられる。つまり、PSFのような濾過装置が用いられた場合には、村民はその濾過装置の使用をもって飲料水源が安全であると判断するということである。したがって、濾過装置が正常に機能しておらず、実際には安全な飲料水を供給できていない場合でも、村民は安全な飲料水源であると判断してしまうのである。この点については、開発援助によりPSFなどの濾過装置が設置される際に、定期的な維持管理と水質管理を行うことができるようなシステム作りが重要になると言えよう。

5. おわりに

本研究は、同国南西部に位置するサツキラ県、シャムナゴール郡、ムンシゴンジ・ユニオンに位置するJ村という塩害地域での現地調査に基づいて、沿岸部の塩害地域に居住する村民の飲料水源の選択、特に村民の飲料水源に関する安全認識を明らかにするために行われた。同国沿岸部農村に居住する村民は安全認識、水量、水汲み労働の有無、価格を総合的に考慮した上で飲料水源を選択していた。また、安全認識については、簡易水質調査の結果と村民による飲料水源に対する安全認識が異なっている可能性が指摘できた。特に、PSFのような濾過装置のある飲料水源の場合には、仮に濾過装置が正常に機能しておらず、実際には安全な飲料水を供給できていない場合でも、村民は濾過装置の存在をもって安全な飲料水源であると判断してしまう可能性がある。したがって、開発援助によりこのような飲料水源が設置される場合には、定期的な維持管理と水質管理を行うことができるようなシステム作りが重要になると言えよう。

脚注

⁽¹⁾ ECとpHをハンナインストルメンツ社製「ECマルチテスター」で、CODは共立理化学研究所製「パックスト（低濃度）」で計測した。

引用文献

- [1] DPHE, *Water Quality Parameters Bangladesh Standard & WHO Guide Lines*, n. d., Dhaka: Department of Public Health Engineering, <http://dphe.gov.bd/site/page/15fa0d7b-11f1-45c0-a684-10a543376873/Water-Quality-Parameters->, (June 19, 2019).
- [2] 萩原良巳, 柴田翔, 萩原清子, 福島陽介, 酒井彰, 高橋邦夫, “バングラデシュにおける安全な飲料水の選択行動分析,” 『京都大学防災研究所年報』, 第51号B, 2007, pp. 695-714.
- [3] Harun, M. A. Y. A. and G. M. M. Kabir, “Evaluating Pond Sand Filter as Sustainable Drinking Water Supplier in the Southwest Coastal Region of Bangladesh,” *Applied Water Science*, Vol. 3, No. 1, 2013, pp. 161-166.
- [4] Inauen, J., M. M. Hossain, R. B. Johnston, and H. J. Mosler, “Acceptance and use of eight arsenic-safe drinking water options in Bangladesh,” *PLoS one*, Vol. 8, No. 1, 2012, pp. 1-10.
- [5] Islam, M. A., H. Sakakibara, M. R. Karim, M. Sekine, and Z. H. Mahmud, “Bacteriological Assessment of Drinking Water Supply Options in Coastal Areas of Bangladesh,” *Journal of Water and Health*, Vol. 9, No. 2, 2011, pp. 415-428.
- [6] Islam, M. S., A. Begum, S. I. Khan, M. A. Sadique, M. N. H. Khan, M. J. Albert, M. Yunus, A. Huq and R. R. C. Well, “Microbiology of Pond Ecosystems in Rural Bangladesh: Its Public Health Implications,” *International Journal of Environmental Studies*, Vol. 58, No. 1, 2000, pp. 33-46.
- [7] 王博, 北脇秀敏, M. M. Rahman, “グアバの葉を用いたバングラデシュにおける地下水中のヒ素除去モニタリング手法に関する研究” 『環境工学研究論文集』第44号, 2007年, pp. 407-416.