

バングラデシュ都市スラム地区における都市衛生状況改善の試み

萩原良巳, 酒井彰*, 山村尊房**, Bilqis Amin Hoque

* 流通科学大学サービス産業学部

** アジア太平洋地球変動研究ネットワーク

要 旨

バングラデシュでは、都市人口は爆発的に増加しており、スラムおよびスラム人口は急増している。水に関係した自然災害は定常的に発生している一方、安全な水の供給、十分な衛生状態確保のための社会資本整備は満足に進んでいない。本論では、都市スラムにおけるトイレならびにし尿処理の現状を把握するとともに、都市衛生確保のための適正技術、技術を適用するうえで考慮すべき前提条件について議論し、今後の研究計画を明らかにする。

キーワード： 都市スラム、都市衛生、適正技術、バングラデシュ

1. はじめに

ガンジス川、ブラマプトラ川、メグナ川が形成する沖積地が国土の大半を占めるバングラデシュでは、サイクロン、高潮による水害に常習的に見舞われている。都市への人口集中が進みつつあり、産業活動などによる表流水の汚染が進む一方で、安全な水の供給、衛生を確保するための社会資本整備も進んでいない。このため、高い幼児死亡率にみられるように、この国の人々は高い健康リスクに曝されてきた。

安全な水供給を確保するため、1970年代より国際機関等による援助によって井戸が掘られてきた。これにより、伝染性疾患による健康リスクは大きく軽減されたものの、地下水中のヒ素が多く、井戸から検出され、健康障害のリスクに暴露されている人口は2,800万人から3,500万人に達すると言われている (Heijnen, 2002)。

バングラデシュでは、この他にも干ばつ、塩害など多くの水に関わる災害が生起しており、そうした災害は相互に関係を持ちながら、この国の人々の生命、健康を脅かしている。例えば干ばつ、塩害の影響で農産物の生産量が減少した場合、国

民の栄養状態が悪化し、ヒ素による健康被害を受けるリスクが増大する。

本論では、水供給と衛生の問題（以下 **WSS = Water Supply and Sanitation**）、とくに都市スラム地区における衛生問題を取り上げ、都市衛生に関わる問題の構造を **KJ** 法によって明らかにし、問題解消のための技術に求められる適正さ、技術を適用するうえでの前提等について議論する。

なお、**WSS** の問題は、2002年のヨハネスブルグ宣言において、世界の持続可能な開発にとって最も不可欠な条件のひとつであるとし、2015年までにこれらのサービスを受けられない人口を半減することを目標としている (**WSSD, 2002**)。

2. 急増する都市スラムとスラム改善プロジェクト

首都 **Dhaka** では、1990年に2147箇所であったスラムの数が、それ以降急速に増加しており、96年には3007箇所に増えている (**City of Dhaka, 2003**)。スラム地区の改善は首都 **Dhaka** において重要な課題となっており、そのなかで飲料水供給、便所

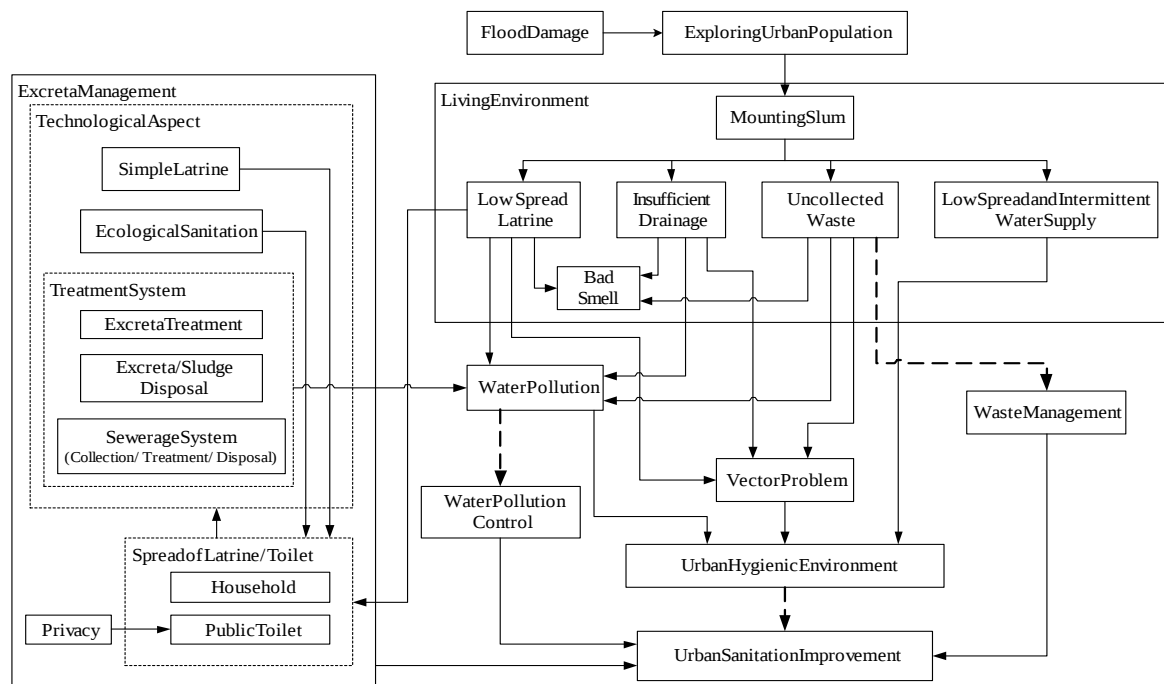


Fig. 1 Relationships among the factors concerned urban sanitation

の普及、排水路整備、ごみの処分など都市衛生に関わる施策は中心的な位置を占めている。しかしながら、増え続けるスラムと資金の不足から十分な効果を挙げているとは言えない。

WSSに関わるスラム改善内容は、①主に飲料水供給のための井戸の普及、雑用水のためのため池設置、②衛生的なトイレの普及、③排水整備（併せて歩道整備が行われる）、④バイオガズプラントによるし尿処理、⑤ごみ回収容器の設置などとなっている。

これらのインフラ整備に加えて、スラム住民に自らの生活を改善しようという動機付けをもたせ、衛生問題に対する認知能力向上させるため、教育の機会を提供し、識字率の向上が図られようとしている。

3. 都市衛生問題

まず、都市の衛生問題とはどのようなものか、KJ法によって問題構造を明らかにしよう。バングラデシュでは、さまざまな要因で都市のスラム人口が増大しているが、毎年甚大な被害を起こしている水害によって、住む家を失う者が多いということもあげられる。しかし、都市には雇用機会が十分あるわけではない。都市に流入した人たちが住むのは、劣悪な生活環境の都市スラムということになる。

生活環境上の問題とは、Fig.1に示したように、1) トイレの低普及、2) 未整備であったとしても土砂やごみで詰まっている排水路、3) 路上などに散乱・堆積するごみ、4) 水道がほとんど使用できず生活用水を井戸や表流水に頼った生活であり、5) トイレがあったとしてもし尿の始末の不徹底による悪臭などがあげられる。もちろん家屋そのものも居住条件を備えていないことが多い。

このような生活環境上の諸相が水質汚染や蚊やねずみなどの病原媒介動物・保菌生物の問題をもたらし、健康リスクに結びついている。不十分なごみの管理も衛生環境の劣化に関与している。

都市衛生の問題解消には、先にあげた生活環境について、さまざまな側面からの改善が必要になってくる。とくにトイレの普及が重要と考えられ、普及の促進のためには家庭ならびに共同利用のトイレを併せて考える必要がある。そして、普及させるトイレについては衛生面ばかりでなく、環境へのインパクト面を考慮する必要があるとともに、地域の条件に適したし尿の処理、資源としての利用、処分方法を検討する必要がある。

4. 水供給と衛生の現状

バングラデシュにおける生活用水の水源別の利用者人口比率をTable 1に示す。飲料水源は、病原菌に関しては安全な水道水（Tap）あるいは井

Table 1 Water sources in Bangladesh (1998-2000)

DISTRICT (RURAL)/URBAN DOMAIN/DIVISION/NATIONAL	Source of Drinking Water(MR)		Source of Water for Household Work		
	TW/Tap/RW	Pond/River/Other	Only TW/Tap/RW	Only P/R/O	TW/Tap/RW+P /R/O
BANGLADESH (National)--2000					
METRO CITY SLUM	99.9	0.2	91.7	4.5	3.8
METRO CITY NON SLUM	100	0.1	92.6	2.8	4.6
METRO CITIES	100	0.1	92.5	3	4.5
OTHER MUNICIPALITIES	99	1.5	85.5	8.1	6.4
ALL URBAN	99.5	0.8	89.1	5.5	5.4
ALL RURAL	97.3	3.6	60.6	23.1	16.3
ALL URBAN+RURAL	97.5	3.3	63.7	21.3	15
BANGLADESH (National)--1999					
METRO CITY SLUM	99.9	0.3	90.8	4.6	4.6
METRO CITY NON SLUM	100	0	91.6	5.1	3.3
METRO CITIES	100	0.1	91.5	5	3.5
OTHER MUNICIPALITIES	99.2	1	86.4	8.1	5.5
ALL URBAN	99.6	0.5	89	6.5	4.5
ALL RURAL	97.7	3.3	58.7	31.5	9.9
ALL URBAN+RURAL	97.9	3	61.9	28.8	9.3
BANGLADESH (National)--1998					
METRO CITY SLUM	99.1	1	81.8	3	15.3
METRO CITY NON SLUM	100	0.2	86.9	6.7	6.4
METRO CITIES	99.8	0.3	86.1	6.1	7.7
OTHER MUNICIPALITIES	98.4	1.8	73.8	9.5	16.7
ALL URBAN	99.1	1	80.1	7.8	12.1
ALL RURAL	96.9	4.3	33.8	30.6	35.6
ALL URBAN+RURAL	97.1	4	38.4	28.3	33.3

TW: Tube Well, RW: Ring Well, Metro cities: Dhaka and Chittagong

(Source: UNICEF)

戸 (Tube well 及び Ring Well) 水がスラムを含めて都市部では、ほぼ 100%利用されている。一方、農村部の一部では河川水、ため池など表流水に依存している。飲料水以外の生活用水に関しては、表流水に依存している人口は 40%近く存在している。

バングラデシュにおいては、先にも述べたように 1970 年代から井戸の掘削により病原菌に対して安全な水が供給される割合は著しく向上した。しかし、現在注目を集めている地下水中の高濃度のヒ素が含まれることがわかったのは 1993 年になってからである。ヒ素問題についての議論についてはほかに譲るが (例えば EPRC, 2000), 化学物質を含めた安全性の確認が遅れたために被害が広範囲に及んだといえることができる。地下水層におけるヒ素の集積は、自然要因であるが、被害拡大は人為的要因であり、ヒ素による健康被害はこれらが複合的に関与した環境汚染災害であるといえることができる。

衛生については、し尿の処理までを含めるのか、トイレの形式が衛生的であればよいのか、その定義は明確になっていないとは言えない。確実に「改善されていない」状態と言えるのは、穴を掘っただけのトイレ、水面上のトイレ、バケツをトイレに使っているなどの状態を指している。バングラデシュで得られるデータは、トイレの形式別の利用人口割合であり、し尿の処理に関しては全国レベルでの実態はつかめていない。

Fig.2 は、バングラデシュにおけるトイレの形態別利用人口比率を示す。このなかで Water seal と Pit latrine を衛生的なトイレと解釈するとバングラデシュでは 40%程度の人口しか衛生的なトイレを利用できない状態である。農村地域では、

戸外での排便が高い割合で存在する。都市においては、スラムの非衛生的な状態が顕著に現れている。居住密度を考えれば、戸外での排便を常とする住民は少ないことは当然であろうが、都市スラム住民は、密集して生活しながら、衛生的なトイレを利用できる状況にない。

居住地域、居住条件別に 1998～2000 年にかけての衛生的なトイレ利用人口比率の変化を Fig. 3 に示す。都市域全体、とくに Metro cities (Dhaka 市と Chittagong 市)での衛生的

トイレの利用割合が減少している。これはスラムの増大とスラムにおいて非衛生的トイレの割合が高いためであると考えられるが、スラム以外の地区においても衛生的トイレの利用割合は減少している。このことがバングラデシュ都市域全体の衛生的トイレの利用割合の低下につながっている。一方で、農村域では多少の改善が見られており、その結果 Fig.3 には示していないが、バングラデシュ全体での衛生的トイレ利用人口割合はこの 3 年間では大きく変わっていない。

Fig.3 の結果は、新たに大都市に流入した人口のほとんどは衛生的トイレの利用ができていない

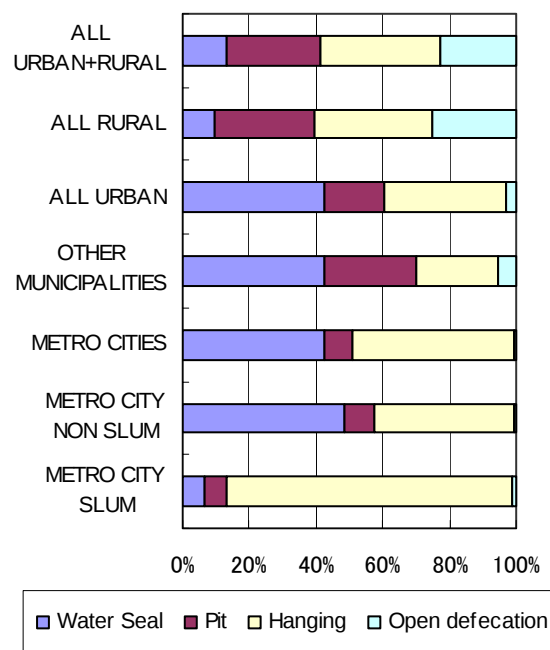


Fig. 2 Population Ratio of Latrine Style in Bangladesh (2000) (source: UNICEF)
Metro cities: Dhaka & Chittagong

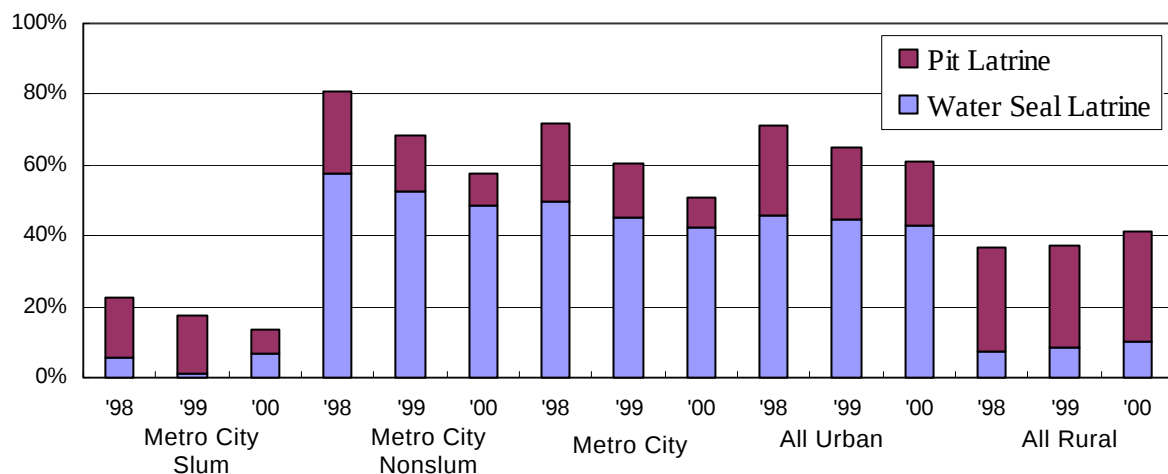


Fig. 3 Population Ratio of Sanitary Latrine Use (1998-2000) (source: UNICEF)

状況であることを示している。都市におけるこうした状況は、生活環境の悪化を示す代表的なものであるが、そればかりではなく、水域の汚染にとっても重大なインパクトを与えている可能性がある。すなわち、水を媒体とする病原菌が伝染するリスクを高めるとともに、ヒ素に汚染された地下水に替わる飲料水水源として、表流水の利用可能性を著しく制約していると考えられる。

5. 都市衛生のための適正技術

スラムのように密集して多くの人が生活する場において、衛生的なトイレの普及は欠かせないが、トイレの普及とともに、発生するし尿の処理が衛生状態の確保にとって欠かせないこととなる。し尿はまた、水質汚染源となり、生活用水の供給、ため池を水源とする水利用に対して多大な影響を与えることになる。

一方、し尿は有機物資源でもある。資源やエネルギー確保が困難な都市スラムにおいてもその資源の活用を図る必要がある。衛生の確保と資源利用

の要請に応える装置として、エコロジカル・サニテーションと総称される技術が世界各地で提案されている (Winbald, 2003)。

バングラデシュの都市スラムで適用されている技術にし尿バイオガスプラントがある (Photo 1)。Dhaka 市で適用された例では、約 100 世帯から発生するし尿を嫌気性分解し、メタン等の生成物を燃料等に利用し、残渣をため池での魚の養殖に活用しようとするものである。この実施例における費用と住民の負担は以下の通りである。

- 建設費：US\$2,200
 - 利用世帯数：約 100 世帯
 - 1 世帯あたりの負担額：US\$8.8 (40%負担)
 - バイオガスの供給 (Photo 2)：15 世帯
- ガスの利用に関しては、とくに決めはなく、



Photo 1 Constructing Bio-gas Plant



Photo 2 Bio-gas utilization

プラント近くの住民が利用しているようである。今後、厨芥を含めた混合処理とし尿の収集投入装置等の設備面の効率化により、ガス回収量を高めていくことが求められる。なお、旧厚生省（1993）の指針に基づいて試算した結果では、利用できるエネルギーはロスを無くしたとしても、一人当たり1日に約0.5 ㍲のお湯を沸かす程度となるが、実際にはかなりロスが大きいものと考えられる。

バイオガスプラントの直接的な効果として、①し尿処理による衛生の確保、②汚濁負荷軽減、③燃料供給があげられるほか、間接的には、燃料や安全な水の確保に必要な家事時間や家計支出の軽減につながる。また、自ら排出したし尿から資源となり得るガスが発生することを知り、そのガスを住民自らが資源として活用することは、住民がバイオガスプラントでのし尿処理によって衛生が確保され、ため池の水質改善につながる仕組みを理解する助けとなる。

途上国における衛生問題の解消にとって、非衛生がもたらす健康リスクを住民が認知し、衛生確保のために衛生的なトイレの普及とし尿処理が必要なことを住民自らが認識する必要がある。そうしたプラントが身近に存在し、費用の一部を負担したうえで、生成する資源を利用するという関わりをもつことは、衛生に関する認識の向上にもつながると考える。

途上国で適用すべき技術とは、処理のために一方的に負担増になるのではなく、家計やコミュニティに便益をもたらすものが求められる。したがって、たんに low cost であればよいというわけではない。また、WSS の問題をよく理解し新たな情報にも対応しうる人材の養成と参加がきわめて重要である。

6. 今後の研究計画

今後、バングラデシュをフィールドに都市衛生と水供給の問題の解決に寄与するため、以下の研究課題を取上げていく計画である。

- (1) 5.で述べたバイオガスプラントに関しては稼動実態を把握し、家計への影響を含めた効果の定量化を行う。
- (2) 都市衛生に関しては、衛生的なトイレに関する技術のレビュー、し尿のコミュニティレベルでの処理、コミュニティレベルの処理装置からの排水を水域保全のために広域的に管理したり、汚泥や副生成物の有効利用を図るといった、階層的・段階的な対応を考慮した代替

案開発とその評価を行う。

- (3) ヒ素問題に対応した水供給に関しては、ヒ素の除去と地下水に替わる水源から構成される給水システムオプションの評価を行う。
- (4) 筆者らは、途上国に移転すべき技術に関しての適正概念について研究中であるが（Hoque, 2003; 山村ら, 2003）、バングラデシュにおいては、水源のヒ素濃度等の水質特性や水質分布、地域の経済社会的条件、識字率などの地域特性を分析するとともに、受容可能な適正技術のオプションを検討し、地域特性と具体的な適正技術の関係を明確化する。
- (5) (3)～(4)に関しては住民参加を含めた計画プロセスならびに地域社会の技術受容に関する評価方法について検討のうえ、ケーススタディを実施する。
- (6) 洪水によって WSS に対して非常に脆弱な状況がもたらされることから、スラムにおける洪水時の WSS に対する影響実態の把握と WSS 維持のための方策を検討する。
- (7) 研究成果を途上国への技術移転に实际的に適用するため、適正技術概念ならびに適正技術代替案の普及推進方策について検討する。

謝 辞

本論文を作成に際し、データ収集においてご協力いただいたバングラデシュ環境人口研究センター（EPRC）スタッフの方々に感謝する。

参考文献

- 厚生省(1993)：し尿処理施設構造指針解説
山村尊房，酒井彰，Bilqis, A. H., 萩原(2003)：水と衛生に関わる適正技術概念について，土木学会環境システム研究，投稿中
City of Dhaka (2003):
http://www.dhakacity.org/html/slum_function.html
EPRC (2000): Global Information Exchange Mechanism on Arsenic by GARNET and WSSCC, GARNET-SA Local Network Centre, Dhaka, Bangladesh
Heijen, H. (2002): バングラデシュにおける飲料水のヒ素問題の経過と対策の現状，水道公論，Vol.38, No.10, pp.103～111
Hoque, B. A. (2003): Appropriate Water and Sanitation Solution in Stressed Situations and Beyond: A growing Challenge, the 3rd World Water Forum Session Report, SMTP-08, Kyoto

UNICEF: Progothir Pathey

Vol.17.No.1, pp.9-13

Winblad, U. (2003): Ecological Sanitation – A
Global View, Environmental and Sanitary
Engineering Research, Kyoto University,

World Summit on Sustainable Development
(2002): Plan of Implementation

Study on Hygiene Environment Improvement in Urban Slums in Bangladesh

Yoshimi HAGIHARA, Akira SAKAI*, Sombo T. YAMAMURA** and Bilqis Amin HOQUE

* University of Marketing and Distribution Sciences

** Asia Pacific Network for Global Change Research

Synopsis

The urban population of Bangladesh is exploding, and the number of urban slums - as well as the slum population – is rapidly increasing. At the same time, water-related natural disasters have been occurring regularly, while water supply and sanitation infrastructures are not yet satisfactorily developed. In this paper, authors will firstly review the condition of urban sanitation and the state of use of latrine and excreta management, and then, will discuss appropriate technologies for urban sanitation and necessary factors to be considered to adopt those technologies in order to formulate their future research.

Keywords: urban slum, urban sanitation, appropriate technology, Bangladesh