

N-10 アジア都市衛生の体系的理解に向けた トイレ・オンサイト処理設備のポートフォリオ化

○原田 英典^{1*}・藤井 滋穂¹・Nguyen Pham Hong Lien¹・木本 祐一²・
Pham Huong Giang¹・駒井 俊也¹・Binaya Pasakhara¹・Chinagam Kunacheva¹・田中 周平¹

¹京都大学大学院地球環境学堂・学舎（〒606-8501京都市左京区吉田本町）

²京都大学大学院工学研究科（〒606-8501京都市左京区吉田本町）

* E-mail: harada.hidenori.8v@kyoto-u.ac.jp

1. はじめに

多くのアジア途上国では尿尿・汚水処理が十分ではなく、衛生・水環境状況悪化の主要な原因となっている。都市でも下水道整備率は低く、腐敗槽などのオンサイト処理設備が尿尿・汚水処理の重要な役割を担っていると考えられる。ただし、その形態は多様である。例えば、同一名称の設備が、他地域では異なる処理フローを有していたり、地域により同じ設備の呼ばれ方が異なることも多い。アジア各国でのそれぞれの経験を生かしながら効果的な水衛生環境改善を進めることが望まれるものの、そのために不可欠な共通の理解あるいは情報の土台が整備されていないのが現状と言える。

筆者らは2009年よりアジア諸都市の体系的理解と、現場に立脚した水衛生環境安全保障戦略の策定手順の開発を大目標とし、アジア諸都市のトイレ・オンサイト処理設備のポートフォリオ化を進めている。ここではその成果を報告する。

2. 方法

(1) 対象都市

本研究で対象とするアジア都市を図-1に示す。また、それぞれの都市の基礎情報を表-1に示す。

(2) 調査方法

本研究では、各都市の大学をカウンターパート（表-1）として現地情報の収集を依頼した（表-2）と共に、現地衛生サイトの踏査および関連機関ヒアリングにより、衛生設備の情報を収集・整理した。なお、関連して水衛生環境にかかる広範な情報収集を行っているが、ここではトイレ・オンサイト衛生設備に係る情報をまとめた。

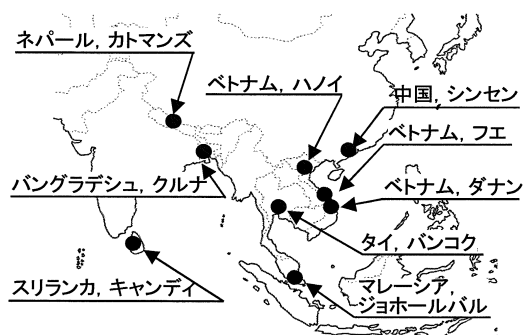


図-1 対象とするアジア9都市

表-1 アジア9都市の基本情報とカウンターパート

Target area	Country	Pop. ('000)	Counterpart
Hanoi	Vietnam	6,120	Hanoi Univ. of Sci. & Tech.
Danang	Vietnam	822	Danang Univ. of Tech.
Bangkok	Thailand	8,200	Mahidol Univ.
Khulna district	Bangladesh	1,401	Khulna Univ.
Grater Kandy	Sri Lanka	578	Univ. of Peradeniya
Hue	Vietnam	338	Hue Univ. of Sci.
Kathmandu	Nepal	672	Asian Institute of Tech.
Shenzhen	China	8,912	Tsinghua Univ.
Johor Bahru	Malaysia	900	Universiti Teknologi Malaysia

表-2 収集依頼したトイレ・オンサイト衛生設備情報

Information collected for each of major toilets and sanitation facilities
Name of toilet and facility, water consumption, construction/product material, waste destination after toilet, cost (product and installation), system explanation, system flow diagram, picture

表-3 アジア 8都市の衛生トイレおよび非衛生トイレの普及状況

City		Improved toilet				Not improved toilet			
		Cistern-flush toilet	Pour-flush toilet	Composting vault toilet	Pit latrine	Hanging latrine	Bucket latrine	Others	No toilet
Urban Hanoi	%	78.9	17.9	2.6	-	-	-	-	0.3
Danang	%	Mostly in urban area	Often in rural area	-	-	-	-	-	Rarely
Hue	%	40	51.2	2.6	0.8	0.6			4.8
Khulna	%	74		-	17	2	7		
Bangkok	%	43.8	56.2	-	0.1	-	-	-	-
Grater Kandy	%	94		-	2.5	-	-	0.4	3.1
Kathmandu	%	83.3				16.7			
Shenzhen	%	Mostly in private house	Mostly in public building	-	-	-	-	-	-

3. 結果と考察

(1) 衛生トイレ普及状況

情報収集が遅れたジョホールバルを除くアジア8都市における衛生トイレの普及状況を表-3に示す。なお、ここでいう衛生トイレとはWHOおよびUNICEF（2011）における衛生トイレ（Improved sanitation）の区分に準拠したものであり、垂れ流しの水洗トイレが含まれるなど必ずしも尿の適正処理を意味しないことを注記する。

多くの都市において、その人口の多くは衛生トイレを有するが、特にカトマンズおよびクルナにおいて衛生トイレの未利用者が多く存在する。また、多くの都市では水洗トイレ普及率と衛生トイレ普及率がほぼ一致するが、クルナおよびカトマンズはこれによらない。クルナでは水洗トイレに補完的にピットラトリンが普及することで衛生トイレ普及率が押し上げられている。カトマンズはそれぞれの普及率は不明であるものの、多様な衛生トイレが利用されている（本章3節を参照）。

(2) 主要なオンサイト処理設備および非放流型トイレ

各都市の主要なオンサイト処理設備及び非放流型トイレの概要を表-4に示す。下水道整備が進む深圳以外の都市では、オンサイト処理設備・非放流型トイレは広く利用されており、特に多くの都市で腐敗槽が主な設備となっている。ただし、処理水を浸透槽に流す腐敗槽、あるいは直接水路等に放流する腐敗槽が地域により（同一の国でも）混在している点は注目される。

腐敗槽処理水の放流などによる表流水の汚染が懸念される一方、浸透槽に接続された腐敗槽あるいはセスポール、およびピットを有するトイレなど、最終的には汚水を地下浸透させる処理では地下水汚染も懸念される。

また、ハノイ郊外部では農業循環型のドライトイレの利用率が3割近くにも上り、尿尿処理が農業と今も関連付けられる点は注目される。

表-4 アジア 8都市の主なオンサイト処理設備および非放流型トイレ

City	Main types of on-site treatment facility and no-discharge-type toilet
Urban Hanoi	1. Septic tank - coverage: 90.5%; most of effluent discharged to sewerage/drainage
Sub-urban Hanoi	1. Septic tank - coverage: 60.0%; most of effluent discharged to sewerage/drainage, open channel, or river/pond 2. Double vault toilet - coverage: 27.5%; dry toilet and most of excreta used for agriculture
Urban Danang	1. Septic tank - coverage: 80.4%; most of effluent discharged to sewerage/drainage
Hue	1. Septic tank - coverage: 86.7%; 71% of effluent discharged to ground, others to sewerage/drainage
Khulna City	1. Septic tank - coverage: 74%; most of effluent discharged to drainage 2. Pit latrine - coverage: 17%
Bangkok	1. Septic tank - coverage: no info; most of effluent discharged to drainage/sewerage 2. Cess pool - coverage: no info; mostly connected to a soakage pit 3. Packaged activated sludge process - coverage: no info; most of effluent discharged to drainage/sewerage
Grater Kandy	1. Septic tank - coverage: 76.2%; mostly connected to a soakage pit 2. Pit latrine and PF toilet connected to a pit - coverage: 10.2%
Kathmandu	1. Septic tank - coverage: partly used 2. Several sorts of pit-type toilet and dry-type toilet - coverage: no info
Shenzhen	1. Septic tank - coverage: rarely used; effluent discharged to sewerage

表-5 アジア8都市およびその周辺で見られたトイレおよびオンサイト処理設備

Toilet/on-site sanitation facility	Explanation	City
<i>Water-flush toilet with on-site treatment</i>		
CF toilet with a septic tank, connected to drain	-	HN, BK, KN, HE, KM, SZ
CF toilet with a septic tank, connected to a soakage pit	In another name, water seal flushing type toilets (KD)	DN, KD
PF toilet with a septic tank, connected to drain	In another name, molded bucket latrine with septic tanks (BK). In some cases, with ventilation (KN)	HN, BK, KN, HU, KM, SZ
PF toilet with a septic tank, connected to a soakage pit	In another name, water seal flushing type toilets (KD)	DN, KD
PF toilet with a cesspool, connected to a soakage pit	In another name, molded bucket latrine with a cesspool (BK)	BK
CF toilet with a cesspool, connected to a soakage pit	-	BK
CF toilet with a packaged activated sludge process	-	BK
<i>Pit latrine</i>		
Simple pit latrine	Toilet over a simple pit, not water-sealed	KM, KD
Ventilated Improved Pit (VIP) latrine	Toilet over a simple pit with ventilation, not water-sealed	KM
PF toilet with a pit	PF toilet over a pit constructed by overlaid concrete rings,	KN, KD
PF toilet with an offset pit	PF toilet connected to an offset pit, not water-sealed	KM, KD
<i>Dry sanitation</i>		
Double vault toilet	Traditional dry toilet using ash; urine diverted often	HN, HE
Ecosan toilet	Improved dry toilet with ash application; urine diversion mostly	KM
<i>Others</i>		
Hanging latrine	Toilet covered by simple cloth over water or simple hole.	BK, KM, KN
Mobile toilet	Public toilet on a truck	KM

注1: CFは水流式 (Cistern flush), およびPFは注水式 (Pour flush) を意味する。

注2: 都市名の略称は以下の通り: HN (ハノイ), DN (ダナン), HE (フエ), KN (クルナ), BK (バンコク), KD (キャンディー), KM (カトマンズ), およびSZ (シンセン)

(3) トイレ・オンサイト処理設備のポートフォリオ化

アジア8都市およびその周辺部にみられるトイレおよびオンサイト処理設備を表-5にまとめた。注水式および水流式トイレと腐敗槽の組み合わせが多くは都市ごとに異なる。また、ピットラトリンと分類した中でも、尿尿を単純落下させるのみのシンプルピットラトリンから注水により離れたピットまで流す方式まで多様である。本表は各地で見いだされたトイレ・オンサイト処理設備をまとめたのみであるが、現在、処理フロー、構造や材質に加え、利用方法、導入費用などをまとめたポートフォリオ化 (図-2) を進めている。これにより、アジアの衛生改善に向けた共通理解のための基盤整備が可能になると考えられる。

4. まとめ

本稿では、アジア諸都市のトイレ・オンサイト処理設備を概説すると共に、そのポートフォリオ化について述べた。トイレ・オンサイト処理設備のポートフォリオを整備・充実させることで、アジア諸都市の効果的な水衛生環境改善に不可欠な共通の理解あるいは情報の土台が

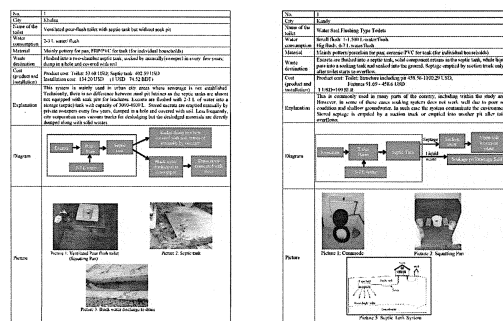


図-2 トイレおよびオンサイト処理設備のポートフォリオ例

整備されることが、今後に期待される。

謝辞: 本研究の一部は環境省環境研究総合推進費 (K2358), および京都大学グローバルCOEプログラム「アジア・メガシティの人間安全保障工学拠点」による助成を頂きました。厚く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) WHO and UNICEF (2011) Joint Monitoring Project (www.wssinfo.org/about-the-jmp/, アクセス日: 2011/9/27)