

N-9 途上国における水環境衛生問題制約条件の抽出のためのアジア途上国 9 都市比較研究

○藤井滋穂^{1*}・原田英典¹・Nguyen Pham Hong Lien¹・木本祐一²・Pham Huong Giang¹・駒井俊也¹・Binaya Pasakhar¹・Chinagarn Kunacheva¹・田中周平¹

¹京都大学大学院地球環境学学・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都市環境工学専攻（〒606-8501京都市左京区吉田本町）

* E-mail: fujii@eden.envkyoto-u.ac.jp

1. はじめに

途上国衛生改善は全世界的課題であり、様々な取り組みが行われてきたが、その成功例は必ずしも多くない。これらの問題は、地域特有の事項が複雑に絡み合っており、それらを十分に把握していないことが原因に挙げられる。地域ごとの制約条件を現場に立脚した形で体系的に理解し、その上で改善戦略を構築することは、途上国の水衛生環境問題改善を進める上で重要である。

こうした問題意識と着眼点から、筆者らは、アジア諸都市の体系的な理解と、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最終目標とし、それら都市の水環境衛生問題の状況にかかる基礎データを現地カウンターパートとの協力でして収集・調査し、地域ごとの制約条件抽出・比較を試みている。今回は、その成果の一部として、調査したアジア途上国の関連水環境衛生問題制約条件を比較・整理した結果を報告する。

2. 調査方法

(1) 調査都市

表 1 に調査対象とした 9 都市の基礎情報とその情報収集のための協力研究者を示す。これらのうちハノイ・ダナン・バンコク・クルナ・キャンディの 5 都市は 2009 年から、他 4 都市は 2010 年から調査を実施した。

これらの国の基礎情報を UNECEF の統計（2007）¹⁾ から、図 1 に比較した。一人あたりの GNI は 290～5,490 USD/人/年、識字率は 48～100% と対象国で大きく異なるとともに、安全な飲料水、衛生的な便所を利用できる国民の割合も、各 74～99%、35～99% と日本より低くレベルで差も大きい。結果として、乳児死亡率（7～52‰）、平均寿命（63～74 歳）も異なっている。従って、これらの国の比較により、後発途上国 LDCs を含め、種々のレベルのアジア途上国状況を把握可能と考える。

表 1 調査対象都市基礎情報と協力研究者

対象地域(国)	面積(km ²)/人口(千人)	協力機関・研究者
ハノイ都(ベトナム)	3,349/6,120	ハノイ理工大・Huynh Trung Hai
ダナン市(ベトナム)	1283/822	ダナン工大・Tran Van Quang
バンコク都(タイ)	1569/8,200	マヒドン大・Suwanna Boontanon
クルナ管区(バングラディッシュ)	4394/1,401	クルナ大・Md. Salequzzaman
大キャンディ(スリランカ)	320/578	ペラデニア大・Gemunu Herath
フエ市(ベトナム)	83/338	フエ科学大・Pham Khac Lieu
カトマンズ市(ネパール)	51/672	アジア工科大・Sangam Shrestha
深セン市(中国)	1953/8,912	清華大・Guan Yuntao
ジョホールバル市(マレーシア)	185/900	マレーシア工大・Maktab Mohamed

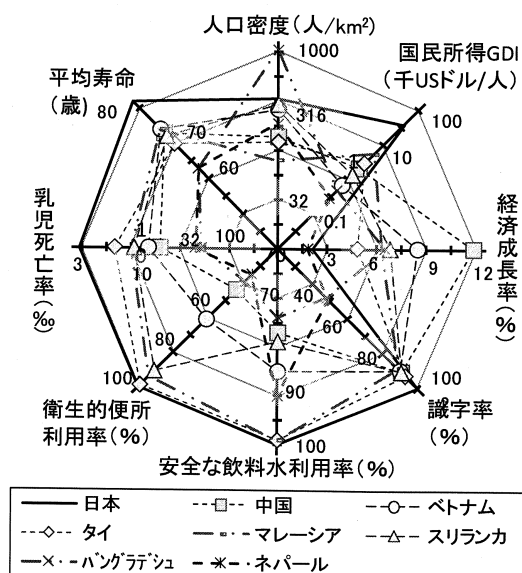


図 1 調査対象国の基礎情報比較

(2) データ収集方法

各国々の水環境衛生状況の把握は、1)文献・Web情報の検索、2)現地の訪問踏査、3)学生インターンシップ研修調査、4)国内外研究者との会議・ワークショップ、5)カウンターパートによる情報収集である。表2には実施した現地踏査をまとめる。9都市に対し、2009年以降50回以上の調査と10名の学生インターン研修を実施した。カウンターパートへの蒐集依頼内容は別報²⁾に詳述する。

表2 対象都市への現地踏査と日程

都市	訪問期間(訪問者)
ハノイ*	09/6/5-6(藤井・原田), 8/17-24, 28-29(原田), 9/16-18(藤井・原田), 10/29-11/4(原田他), 11/1-3(藤井), 10/3/5-9(藤井他), 5/6-12(原田), 6/3-8(原田), 9/13-15(原田), 10/13-15(原田), 11/17-19(原田), 12/7-9(藤井), 11/2/23-3/1(原田), 3/7-8(藤井他), 5/28-6/1, 4(原田), 5/29-30(藤井), 9/20-25(原田), 10/28-31(藤井)
ダナン*	09/6/2-4(藤井・原田), Aug. 25-27(原田), 11/24-27(原田他), 10/6/1-3(原田), 9/16-18(原田), 10/19-22(原田), 11/15-17(原田), 11/3/2-3(原田), 6/2-3(原田), 7/27-29(原田), 9/25-27(原田), 11/1-2(藤井)
バンコク*	09/8/31-9/1(原田), 10/30/31(藤井), 11/19-23(藤井・原田他), 10/10/16-18(藤井), 11/8-11(藤井), 11/5/27-28(藤井), 10/8-11(藤井・原田他), 11/3-4(藤井)
クルナ	09/9/2-8(原田), 10/1/8-12(原田), 9/19-22(原田他)
キャンディ	09/8/13-18(藤井), 8/13-16(原田), 10/7/2-5(原田)
フエ	09/5/31-6/1(藤井・原田), 11/3/4-6(藤井他)
ジョホールバル	09/9/9-14(藤井), 9/21-10/2(藤井)
深セン*	9/12/2-4(藤井・原田), 10/11/26-29(藤井他)
カトマンズ*	11/1/5-9(藤井・原田)

*では学生インターン研修も実施(2-3ヶ月、計10名)

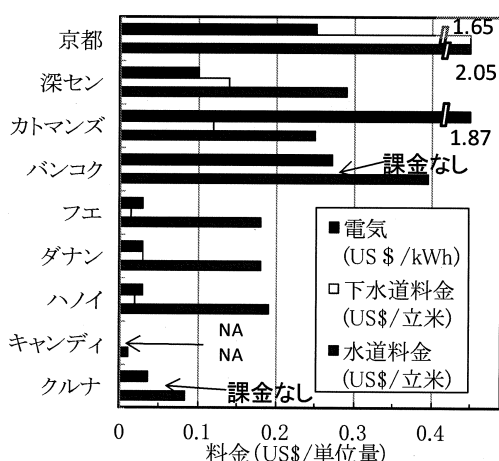


図2 各都市の公共料金比較

3. 結果と考察

(1) 公共料金

図2に各都市の水道、下水道、電気料金を比較して示

す。下水道料金は、水道の利用に伴い追加して課金される下水に係る料金で、下水道が整備されていない場合も支払われることがある。下水道/水道料金の比は日本と比べ、各都市とも小さく、特にベトナムの3都市で著しい。バンコクでは、下水道と上水道の運営主体が異なるため、上水道料金と共に下水道料金を上乗せの形で徴収できず、現時点では課金されていない。カトマンズは経済レベルから考えると公共料金が高く、特に電気料金で著しく、環境改善を進める上で大きな制約と考えられる。カトマンズでは、料金以外に電気・水道とも安定して供給できない点(日々の半分は停電・断水)も重要である。

(2) 水利用

図3に水道に関わる情報をまとめる。水道普及率は、バンコク・フエがほぼ100%、ハノイ・カトマンズが80%前後、ダナン・キャンディが60%前後であるが、クルナは20%を下回り、きわめて低い。カトマンズは水道普及率は比較的高いが、実施の供給量が必要量を大きく下回り断水が日常化してる。水源は、ハノイとクルナが100%地下水に依存するのに対し、ダナン・バンコク・フエは、表流水のみを水源としている。漏水率は、総じて30~40%と高いが、フエのみ15%と低い。これは、低漏水率を目指したJICAの水道プロジェクトの効果が大きい。漏水率が高いことは、水道管の密閉性が低いことを示し、洪水時など場合によっては汚染水の水道管への滲入可能性を示す。実際、東南アジアでは、浄水場処理では十分な水質を持っても、家庭の蛇口ではそれを維持できない場合が多い。

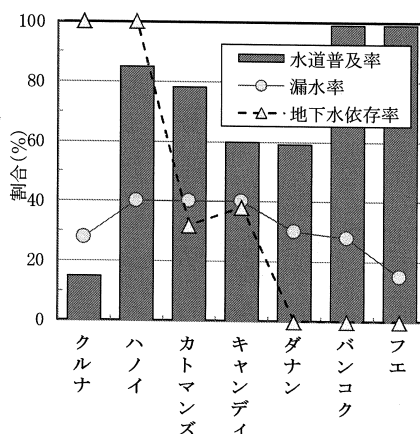


図3 各都市の水道状況

(3) トイレと排水

トイレ排水の状況も国によってお大きく異なる。途上国の排水を考える上で重要な点は、トイレ関係の廃水の処理・排除と、その他廃水(雑排水)が通常別々の形で

処理・排除され、さらにその方式等が、国・都市で大きく異なっている点である。

(4) 水収支

各国の現況を把握し、かつ適切な代替案作成の基礎情報を得る上で、それぞれの都市で水道・下水を含めた都市の水収支を把握することは重要であり、さらにその比較によりそれぞれの都市の持つ制約条件の発掘が容易となる。そこで、各カウンターパートに担当都市の水収支データの作成を依頼した。図4はその結果の一例であり、ハノイの例を示す。ハノイでは、都市域と郊外域（農村部）とで水利用に違いがあり、都市域では水道がメインで便所廃水はセップタンクを経た後、下水路に流されが、ほとんど処理場を経ずに、公共水域に放流されるが、郊外域では井戸や雨水が水道と併用されること、便所廃水の一部は農業利用されることに違いがある。

(4) 制約条件

以上示したようなデータから、それぞれの都市での制約条件の抽出を試みている。表3は水道についてまとめたものである。利便性では、低水道普及率、高漏水率、断水、低水質水源利用を制約条件として考えることができる。水道断水に関しては、カトマンズが隔日に2時間、クルナが毎日5時間のみの給水であり、特に問題が大きい。価格も重要な要素であるが、水道ではその料金以外、設置予算も大きな要素で、バンコク、カトマンズは、各116、150 USDであるのに対し、ダナンやフエでは、60USD以下となっている。その他水質も重要な因子である。カトマンズでは水道中に2300MPN/mLの大腸菌群の検出が報告されている。個々の数値で精度を欠くものも多いため、表3は一つの目安ではあるが、各都市の水環境イメージを把握することができる。

4. まとめ

本稿では、途上国における水環境衛生問題制約条件の抽出のために、アジア途上国9都市（ハノイ、ダナン、バンコク、クルナ、キャンディ、フエ、ジョホールバル深セン）で、その衛生環境・水循環を比較したものである。本稿で示したように、アジアの途上国でもそれぞれの国で異なる問題を抱え、一元的に対策を示すことはできない。今後、さらに詳細な情報を収集整理し、それぞれの都市で水環境改善に制約となる条件を抽出するとともに、それをベースとして代替水環境施提案の手順を示すことを目指す。

なお、本研究の一部は環境省環境研究総合推進費(H21-23; K2358)、GCOE「アジア・メガシティの人間安全保障工学拠点」(H20-H24)および科学技術戦

略推進費「環境マネジメント人材育成国際拠点」(H20-24)による助成を頂くとともに、海外カウンターパートを始め多数の方々の援助で実施しています。ここに厚く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) UNICEF. : State of the world's children, United Nations Children's Fund, 2008
- 2) 原田 英典 : 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、環境工学研究フォーラム講演集、Vol.48(印刷中)、2011

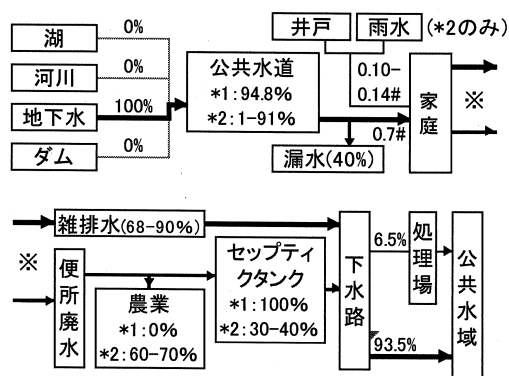


図4 途上国都市の水収支例（ハノイ）

#: Mm³/日、*1:都市域での%、*2:郊外域での%

表3 水道における各都市の制約条件比較

	バンコク	ダナン	ハノイ	フエ	キャンディ	カトマンズ	クルナ
利便性							
低水道普及率	○	×	○	○	×	×	×
高漏水率	×	×	×	○	×	×	×
断水	○	—	×	×	—	×	×
低水質水源利用	×	×	×	×	×	×	×
値頃感							
水道水価格	○	×	×	○	×	×	×
販売水価格	×	—	—	×	—	×	—
水道接続費	×	○	○	×	—	×	○
施設コスト回収	○	×	×	○	×	×	×
飲料受忍性	×	○	○	○	○	×	×
水質							
表流水汚濁	×	×	×	×	×	×	×
塩水貫入	×	○	×	×	○	○	×
ヒ素汚染	○	○	×	○	○	×	×
水系感染症	×	×	×	×	×	×	×

○：問題なし、×：制約条件となり得る。