

23. ベトナムハノイ市における腐敗槽に注目した生活排水管理状況調査

A Study of the Household-wastewater Management in Hanoi City of Vietnam Focusing on Septic Tanks

原田英典^{*†}, 松井三郎^{**}, Hoang Thi Trung Hieu^{***}, Pham Anh Tuan^{***}, Nguyen The Dong^{***}
Hidenori Harada^{*†}, Saburo Matsui^{**}, Hoang Thi Trung Hieu^{***}, Pham Anh Tuan^{***}, Nguyen The Dong^{***}

ABSTRACT; The coverage of sewage works is still limited in urban areas of developing countries, although attempts have been made to develop sewage works in those areas. Present household-wastewater treatment (sanitation) facilities such as septic tanks should be utilized until sewage works with adequate wastewater treatment facilities will cover the areas. For the effective use of existing facilities, those should be managed correctly. It has been, however, stated that most of the facilities are not in appropriate conditions. The present household-wastewater management in Hanoi city of Vietnam was investigated by interview with questioners and some keys to utilize present facilities, especially septic tanks, were shown in this study. It was found that 96.5% of flush-toilet holders in Hanoi had septic tanks. Septic tanks are considered to play a major role in household wastewater management in Hanoi city. Although regular removals of septage are one of the fundamental matters to utilize septic tanks, the 95.2% of septic-tank holders had no experience of septage removals. The proper removal of septage is considered to be a crucial issue for utilization of present household-wastewater treatment facilities.

KEY WORDS; septic tank, Hanoi city of Vietnam, toilet, household wastewater, sanitation

1 はじめに

世界の26億人の尿尿は適切に処理されていないと推計されており(2002年時点), 未処理の尿尿はコレラ, 腸チフス, 赤痢などに代表される水系伝染病の感染源となっている(WHO and UNICEF, 2005)。さらに, 尿尿は特に都市部において水環境を悪化させる原因となる可能性がある。これに対し国連はミレニアム開発目標として, 尿尿が適切に処理されていない人口を2015年までに半減させることを打ち立てたが, これまでの取り組みを鑑みるとその実現は程遠い。

尿尿の衛生処理および水環境の改善を進める方策として, 途上国の多くの都市部では下水道システムの整備を計画している。しかし, 下水道システムがすでに整備された地域は限られており, 現状では, 都市下水の多くは未処理もしくは腐敗槽での処理を受けた後, 下水管渠もしくは排水溝などを経て公共水域へと流れ出ている。腐敗槽は現存する数少ない生活排水処理設備であるが, そのかなりの割合は適切な維持管理状態にないと指摘されている(ADB, 2001)。結果として, 尿尿を含む生活排水の多くがほぼ未処理で公共水域へ

^{*}; 京都大学大学院地球環境学舎 Graduate School of Global Environmental Studies, Kyoto University, ^{**}; 京都大学大学院地球環境学舎 Graduate School of Global Environmental Studies, Kyoto University, ^{***}; ベトナム科学技術アカデミー環境技術研究所 Vietnamese Academy of Science and Technology, Institute of Environmental Technology, [†]; 日本学術振興会特別研究員 Research fellow of the Japan Society for the Promotion of Science

と排出され、そのことが水環境汚染の主要な原因となっていると考えられる。例えば、ベトナムの都市部では、有機性汚濁の70から90%が生活排水由来であると報告されている（ADB, 2006）。

下水道システムもしくはその他の排水処理システムの整備に一定程度の時間がかかると考えられている現状においては、現存する腐敗槽を効果的に活用することが、衛生改善の緊急性の観点から必要であろう。腐敗槽を効果的に活用するためには、定期的な腐敗槽汚泥の引き抜きなど、利用者による適切な維持管理が欠かせないが、その詳細な実態はほとんどわかっていない。

本研究では、ベトナムハノイ市を例にとり、腐敗槽に注目した生活排水の世帯ごとの管理状況を明らかにすると共に、腐敗槽の効果的な利用のための現状における問題点を示す。本研究ではまず、ベトナムおよびハノイ市における生活排水処理状況の既存情報をまとめた。次に、ハノイ市の一般家庭を対象とした訪問調査を実施し、生活排水処理および腐敗槽管理の状況を調査した。なお、本稿で述べる訪問調査は、現在ハノイで進行中の調査の一部である。

2 ハノイ市における生活排水処理の概況

ハノイ市は、ベトナムの北部を流れる紅河デルタに位置し、300万人を抱えるベトナムの首都である。9の都市区と5の郊外区から構成され、都市区および郊外区の人口は、それぞれ200万および108万である。ハノイには大小100以上の池もしくは湖が存在し、その総面積は2180haに及ぶ（Wnukowska, 2004）。これら湖の汚染は深刻で、主な湖のBODは15-45mg/Lと報告されており、同様に、ハノイ市内を流れる主な河川は、BODが50-200mg/L、DOが0-2mg/Lであり、強度に汚染されていることが報告されている（WB et al., 2003）。また、都市内を流れる小河川は汚濁が著しく、また廃棄物が投げ込まれていることもしばしばである（図1）。



図1 ハノイの小河川の様子（川岸にはゴミが広がる）

ハノイには、現在下水管網が存在する。かつてベトナムを植民地化していたフランスは、1897年に大規模公共事業プロジェクトを開始し、ハノイ市の旧市街におよそ15キロの地下排水路を敷設した（UNDP, 2000）。現在、ハノイ市の一部、主に中心部では合流式の下水管が敷設されているが、老朽化が進んでいる。また、頻繁な汚泥除去作業にも関わらず多くの管渠は閉塞状態にあるため、本来の排水能力の半分以下でしか機能していないと言われており、豪雨のたびに起こる浸水問題の原因と考えられている（JICA and HPC, 2000）。

ハノイでの下水処理場の整備は始まったばかりであり、工業地域以外では試運転中の施設が2つあるのみである（2005年時点、筆者調べ）。下水管渠に流れ込んだ下水・排水の大部分は自然流下し、処理場を経ずに公共水域に放流されていると考えられている。

ベトナムにおけるトイレの種類別構成比を表1に示す。ベトナムの都市部では、65.35%の世帯が腐敗槽もしくは下水管渠に接続した水洗トイレを利用している。ハノイにおける腐敗槽利用状況の既存調査によると、多くの世帯において腐敗槽の管理状態が悪いと報告されている（Fink, 2001）。なお、2槽式トイレ（Double vault compost latrine）は、ベトナムに特徴的なトイレである。これは、便器下部に便槽が2つあり、一方の便槽が満杯になるごとに便槽を交換することで、2つの便槽を交互に利用するトイレである。満杯になった便槽内の大便は、もう一方の便槽が満杯になるまでの間、安定化のため貯留される。こういった2槽式トイレの中には、大便と尿を別々に回収する尿尿分離型の2槽式トイレが含まれる。

表1 ベトナムにおけるトイレ種類別の構成比 (%)

	Percentage of household having latrine	By types of toilet				
		Flush toilet with septic tank/sewage pipes	Pour flush toilet, sulabh	Double vault compost latrine	Toilet directly over the water	Others
Urban	91.65	65.35	8.05	11.49	4.89	10.22
Rural	79.75	10.79	3.46	29.84	18.54	37.37

出典: General Statistic (2004) Official Result of the Survey on Households Living Standards 2002, Statistical Publishing House, Hanoi

3 方法

本研究では、ハノイ市において、腐敗槽に着目して生活排水処理状況を調査するために、ハノイ市の一般家庭に対する訪問調査を実施した。以下、調査の方法を述べる。

3. 1. 調査対象

ハノイ市は9の都市区と5の郊外区より構成される(2006年時点)。各都市区はいくつかのコミュニンにより構成され、各コミュニンはおよそ数十のグループにより、各グループは数十の世帯により構成される。本調査では、調査単位を世帯とした。ハノイ市都市区内の4コミュニン(Bach Khoa, Ngoc Thuy, Phuc Loi, Hoang Van)のそれぞれから30世帯ずつの計120世帯を無作為に抽出し標本とした。なお、標本抽出方法は2段階抽出とし、1段階目で各コミュニンから5つのグループを、グループのリストより無作為に抽出し、2段階目で各グループから6世帯を住民台帳に基づき無作為に抽出した。

3. 2. 調査方法

質問紙を用いた訪問面接法により調査を実施した。主な質問事項を以下に示す。

- ・トイレに関して

トイレ所有の有無、トイレの種類、トイレ排水の排出先

- ・トイレ以外の生活排水に関して

トイレ以外の生活雑排水の排出先

- ・腐敗槽に関して

腐敗槽の有無、汚泥引き抜きのための開閉部等の有無、これまでの引き抜き経験の有無、引き抜きの理由等。

トイレの種類の判別については、調査員がトイレを観察して判別した。なお、それぞれの世帯の調査に要する時間はおよそ30分であった。

4 結果および考察

4. 1 ハノイ市の一般家庭におけるトイレの種類と生活排水の行方

調査対象120世帯を訪問した結果、119世帯から回答を得た。119世帯のうち、101世帯(84.9%)は個別住宅、18世帯(15.1%)は集合住宅に居住していた。本稿では、個別住宅に居住する101世帯を対象に考察を進めることとする。

101世帯に対して世帯がトイレを所有しているか、および所有しているトイレの種類を調査した結果を表2に示す。本調査では、個別住宅に住む世帯のすべては何らかのトイレ所有していた。101世帯のうち、64世帯(個別住宅世帯の63.4%)は水流式水洗トイレ(Cistern-flush toilet)を、22世帯(21.8%)は手桶式水洗トイレ

(Pour-flush toilet) を所有していた。これら2種類のトイレをあわせ、86世帯(85.1%)が水洗トイレを所有していた。また、ベトナムに特徴的な2槽式非尿尿分離型トイレ(Double-vault toilet without urine separation)を、6世帯(5.9%)が2槽式尿尿分離型トイレ(Double-vault toilet with urine separation)を所有していた。

水洗トイレを利用する86世帯について、トイレ排水(Excreta)およびその他

の生活雑排水(Greywater)の排出先を調査した結果を図2に示す。86世帯のうち、83世帯(96.5%)はトイレ排水を腐敗槽(Septic tank)に排水し、3世帯(3.5%)は公共水域(Waterbody)に直接排水していた。さらに、腐敗槽を利用する83世帯のうち、69世帯(83.1%)は腐敗槽排水を下水管渠(Sewer)に、14世帯(16.8%)は排水溝等(Open channel, etc.)に排水していた。なお、下水管渠および排水溝等に流入した排水は、公共水域(Water body)に排水される。また、その他の生活雑排水(Greywater)については、83世帯は下水管渠に排水し、3世帯は公共水域(Water bodies)に直接排水していた。その他の生活雑排水を公共水域に直接排水していた3世帯と、トイレ排水を公共水域に直接排水していた3世帯は同世帯であった。

なお、2槽式トイレでは、大便はトイレの便槽内に貯留される。ハノイ都市環境公社によると、一定期間貯留された便槽内の大便は、公社が運行するバキュームカーなどにより回収されることもあるという。しかし、本研究ではその詳細は明らかにされていない。2槽式トイレを所有する世帯のその他の生活雑排水は、公共水域に直接放流されていた。

これらの結果から、ハノイのトイレ排水の多くは、腐敗槽で処理されており、またトイレ排水の処理はほぼ腐敗槽のみに依存していることがわかった。下水処理施設の整備が不十分な現段階において、現有施設を利用して生活排水による汚濁負荷を削減するためには、腐敗槽を効果的に利用することが重要であるといえる。また、大部分の家庭が腐敗槽を利用していることから、腐敗槽を下水道整備に利用することが、下水道整備を効果的に進める上でも有効であると考えられる。近年提唱されている低コスト型下水道(国際建設技術協会, 2004)では、家庭からの汚水が下水管渠に流入する前に汚水を腐敗槽に流入させ、腐敗槽を簡易沈殿槽として利用することで、汚水中の固形分が減少するなどし、管渠の小口径化が図れるなど下水道の低コスト化につながっているとされている。

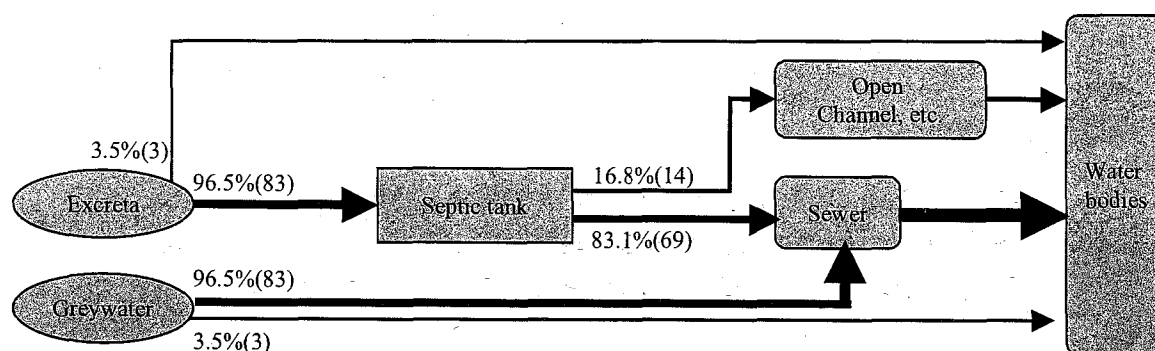


図2 水洗トイレを所有する86世帯の生活排水の行方(括弧なし数字は割合、括弧付き数字は世帯数)

4. 2 ハノイ市一般家庭における腐敗槽の管理状況

腐敗槽を所有する 83 世帯に対して一般家庭の腐敗槽の管理状況に関する質問をした結果を表 3 に示す。調査時点までにその世帯が腐敗槽汚泥を引き抜いた経験 (Experience of sludge removal) があるかを尋ねたところ、79 世帯 (95.2%) はこれまで腐敗槽汚泥の引き抜きをしたことがなかった (家屋の建設時を除く)。さらに、引き抜きを行うための口等 (Sludge-accessing place) が腐敗槽にあるかをたずねたところ、破碎などを伴わず開閉可能な蓋を付した腐敗槽 (Cover openable and closable) を有する世帯は 6 世帯 (7%)、簡易な破碎によって開口することができるモルタル等で固められた口を付した腐敗槽 (Cover fixed by cement) を有する世帯は 33 世帯 (40%)、

表3 腐敗槽汚泥引き抜き口の有無と汚泥へのアクセス方法

Item	No. of household	Ratio
<i>Experience of sludge removal</i>		
Yes	4	4.8%
No	79	95.2%
<i>The sludge-accessing place</i>		
Cover openable and closable	6	7%
Cover fixed by mortar etc.	33	40%
No place	44	53%
<i>The way to access sludge</i>		
Opening the cover openable and closable	6	7%
Breaking and opening the cover fixed	33	40%
Braking the house floor and making a hole	20	24%
Detaching the toilet pan and making a hole	17	20%
No idea	7	8%

および汚泥を引き抜くための口等を付しない腐敗槽 (No place) を有する世帯は 44 世帯 (53%) であった。

また、腐敗槽汚泥を引き抜くためにバキュームカーのホースを腐敗槽内にどのように入れるか (The way to access sludge) を質問した結果、破碎などを伴わずに開閉可能な蓋を開けると回答した世帯は 6 世帯 (7%)、簡易な破碎によって開口することができるモルタル等で固められた口を破碎し開口部を作ると回答した世帯は 33 世帯 (40%)、および家屋の床等を破碎することにより開口部を作ると回答した世帯は 20 世帯 (24%)、便器を取り外すことにより開口部を作ると回答した世帯は 17 世帯 (20%)、不明と答えた世帯は 7 世帯 (8%) であった。

引き抜きを行った経験がある世帯 4 世帯のうち、破碎などを伴わず開閉可能な蓋を付した腐敗槽 (Cover openable and closable) を有する 1 世帯および簡易な破碎によって開口することができるモルタル等で固められた口を付した腐敗槽 (Cover fixed by cement) を有する 3 世帯は、定期的に汚泥の引き抜きをしており、その頻度は 3～5 年であった。残りの 1 世帯は不定期の引き抜き経験を有しており、汚泥を引き抜くための口等を付しない腐敗槽 (No place) を有する世帯であり、引き抜き時には家屋の床を破碎して開口部を作ったという。

これらの結果より、現状では、ほとんどの世帯が汚泥を引き抜いていないことがわかった。汚泥引き抜きは腐敗槽のもっとも重要な維持管理手段とされるため、この現状は、腐敗槽を効果的に利用する観点からきわめて深刻であると考えられる。腐敗槽を効果的に利用するためには、定期的な汚泥の引き抜きが不可欠である。新たな施設の導入を行わず生活排水の汚濁負荷を削減するためには、定期的な汚泥の引き抜き推進は効果的であると考えられる。一般世帯に対して引き抜きを促すための何らかの施策が求められる。特に引き抜き口を有しない世帯においては、腐敗槽が詰まるなど引き抜きが不可欠な状態以外では、引き抜きをするために家屋の床を破碎することに抵抗を感じると思われる。腐敗槽への口の設置を奨めるとともに、世帯の構成員にとって抵抗の少ない方法で開口部を作るなどにより、汚泥引き抜きを奨めることが重要であると考えられる。

5 結論

ハノイ市都市区にて行った訪問調査により、対象地域の大部分の世帯が腐敗槽を有しているが、その管理状態はきわめて深刻であることがわかった。腐敗槽は現状におけるほぼ唯一の生活排水処理施設であるため、下水道の整備に時間がかかることを考えると、生活排水処理を進める上でその有効利用は不可欠である。しかし、腐敗槽を有しているほとんどの世帯 (95.2%) では、腐敗槽をより効果的に機能させるためにもっと

も基本的な維持管理手段である定期的な汚泥の引き抜きができていなかった。汚泥の定期的な引き抜きを実行することが、腐敗槽の効果的な利用、さらには水環境の改善につながると考えられる。今後は、いかにして汚泥の定期的な引き抜きを一般家庭に広めるかが課題となるとともに、どの程度の頻度で汚泥引き抜くべきかを検討することが必要であると考えられる。

謝辞

本研究は、財団法人昭和シェル石油環境研究助成財団の2004年度「萌芽的研究」の支援を受けました。関係各位に深謝します。

参考文献

- 国際建設技術協会 (2004) 発展途上国におけるコスト抑制型下水道ガイドライン (案), 国際建設技術協会, 東京.
- Asian Development Bank (2001) Asian Environment Outlook 2001, ADB, Manila, Philippine.
- Asian Development Bank (2000) Environments in Transition, ADB, Manila, Philippine.
- General Statistical Office of Vietnam (2004) Result of the survey on household living standards 2002, Statistical Publishing House, Hanoi.
- JICA and Hanoi People's Committee (2000) The Study on Environmental Improvement for Hanoi City in the Socialist Republic of Vietnam, JICA, Tokyo.
- Katarina Wnukowska (2004) Management of Urban Water Resources in Hanoi, Vietnam, Minor Field Studies, Stockholm.
- Sasha Fink (2001) The Sustainability of Toilets in Hanoi, Vietnam, International Journal of Economic Development, 3(3).
- UNDP (2000) Hanoi: urban profile, UNDP, Hanoi.
- WB, DANIDA and MONRE (2003) Vietnam Environment Monitor 2003 Water, the World Bank in Vietnam, Hanoi.
- WHO and UNICEF (2005) Water for life: making it happen, WHO and UNICEF, Geneva.