

(続紙 1)

京都大学	博士 (地球環境学)	氏名	PHAM NGUYET ANH
論文題目	Study on household wastewater characterization and septic tanks' function in urban areas of Vietnam (ベトナム都市部における家庭排水の特性および腐敗槽の機能に関する研究)		
(論文内容の要旨)			
<p>本論文は、不適切な家庭下水管理により、深刻な水環境汚染が進行している途上国の水環境実態を把握するため、北部および中部ベトナム市街地および市街地近郊で実施した調査結果をまとめたものである。そのため、(1)住民の水利用管理に関するアンケート調査、(2)水道メータの48時間監視とその間の水使用チェック、(3)一戸建て家庭からの排出下水の水量・水質24時間調査、(4)糞便腐敗槽からの汚泥の性状調査、さらに(5)都市内河川の水質負荷量調査を組み合わせ、汚濁の発生から、周辺水環境への汚濁負荷の実態までの過程を定量的に調査・解析したものであり、8章からなっている。</p> <p>第1章は序論であり、途上国における衛生問題として、主要衛生施設の腐敗槽の機能と管理上の問題点を示すとともに、その機能向上に必要な事項を示して腐敗槽について検討すべき内容を示し、本研究の具体的目的を提示した。また論文構成を示している。</p> <p>第2章は、文献考察であり、ベトナムについて水環境についてその自然的、社会的特徴を調査・要約するとともに、都市の衛生施設についてハノイおよびダナン両都市での実態を文献により調べ、検討している。</p> <p>第3章では、ハノイ都市部で、(1)100世帯を対象にした水利用および廃水管理に関わるインタビュー式アンケート調査 (含む水道メータ調査)、(2)10世帯における48時間1時間ごと水使用量および水利用行動の記録、(3)5世帯の排水について、毎時間の水量および3-6時間ごとの水質の24時間調査、の3つの調査結果に基づき、ハノイ市における水利用と排水排出の特性を分析している。その結果、(1)年長者の多い家庭では121 L/cap/dayと、それ以外の163 L/cap/dayより明確に少ないなど、家族構成、人々の生活様式により、水の使用リズムと水量は異なること、(2)水使用は多くの家庭で、午前7-9時と、午後6-10時に水量ピークをもつこと、(3)排水水質は、流量の多い夕方に逆に希釈され濃度低下するなど、各家庭からの排水量と水質に関する情報が得られた。</p> <p>第4章では、ハノイ市街部の主要河川であるTo Lich川 (流域面積358.3km²、流域人口89万人) について、その水量・水質連続調査結果と、3章で調査した過程からの汚濁負荷量調査とを組み合わせ、ハノイ市部水環境に与える家庭からの汚濁負荷を検討したものである。調査は、同河川の上流端と下流端の2カ所で、48時間連続して1時間ごとに水量を、6時間ごとに水質を調べた。その結果、上流・下流とも水質・水量とも時間変化が少なく、家庭からの排水水量・水質の大きな日変動とは異なっている。これは、14.2kmの流下間に各家庭からの排出負荷が平均化されたものと理解される。先の調査の一人当たり一日負荷量と流域人口から求めた家庭排水による総負荷量は、TP、TKN、BOD、SSで、河川下流の負荷量の各40%、38%、24%、18%とかなりの割合を占めていた。これらの地域では、家庭からの排水のうち、トイレ排水は腐敗槽を通じて排出されるが、その影響が大きいことが、このデータからも推察された。</p>			

そこで、第5章では、腐敗槽の機能を調査するため、ハノイ北西郊外のLai Xa地区で水利用と腐敗槽の管理方法アンケート（100世帯）と腐敗槽汚泥の引き抜き調査（46世帯）を実施し、腐敗槽汚泥の蓄積速度、腐敗槽流失水の流出負荷を把握した。その結果、汚泥の堆積速度としては、0.04 L/cap/dayの平均値が得られたが、この値は、従来の報告値に比べかなり低いもので、腐敗槽内での高い分解率が予想された。一方、腐敗槽からの流出水の濃度は、COD、BOD、SSで600、390、240 mg/Lの数値が得られた。

第6章では、腐敗槽の管理がどのような影響を持つかをベトナム中部のダナンで調査した。そのため、腐敗槽汚泥管理組合（ダナンURENCO）に腐敗槽汚泥引き抜きの依頼のあった36世帯でアンケート調査を行うとともに、そこでの引抜汚泥20試料について性状分析を行った。多くの家庭では、詰まり・悪臭などのでトラブルや家の建て替えなどの理由でしか引き抜きせず、そのため、数年以上の長期間の汚泥が貯留していた。この引き抜きはその間隔が長いほど、高濃度汚泥が堆積していることが示された。また、水槽付き水洗トイレとマニュアル水洗とを比較すると、後者の方が明らかに高濃度で、水洗水量の影響があると考えられた。

第7章では、腐敗槽の適性管理および腐敗槽汚泥の堆肥化に関するアンケート調査より、住民の適正管理に対する理解度および資源回収に関する許容性を検討した。その結果、ハノイ都市部、ハノイ郊外部、ダナン都市部とも腐敗槽汚泥がどのように廃棄されるかを70～90%の住民は理解していない一方、腐敗槽汚泥の堆肥化については、80%が賛成することが示された。住民自身の知識は不足するものの、環境配慮への意識は高いものと理解された。

第8章は結論であり、各章で示された主要な成果をまとめ、本論文の地球環境学における意義とともに、今後の課題を示している。

(論文審査の結果の要旨)

ベトナムを含め途上国での糞便処理方法としては、腐敗槽がもっとも一般的である。その処理メカニズムは、沈殿による浮遊物の除去と貯留による分解であるが、腐敗槽にたまる汚泥を適切な頻度で除去するなどの管理を怠ると、腐敗槽が本来のもつ浮遊物沈殿除去能力ですら発揮できず、低い汚濁物除去能がさらに低下する。途上国の水質汚濁は、このような低レベルの腐敗槽管理と、それによる水質汚濁寄与の具体的把握の困難さにより、一層、対策が遅れることとなっている。

本論文は、ベトナムのハノイ市都市部、同郊外、及びダナン市都市部の3ヶ所でのアンケート調査(各100件、100件、36件)、1時間ごとの水使用量と水使用行動の48時間調査(ハノイ市都市部10世帯)、家庭排水の1時間ごとの水量、3-6時間ごとの水質の24時間調査(ハノイ市都市部10世帯)、腐敗槽汚泥性状調査(ハノイ市郊外46世帯、ダナン都市部20世帯)、腐敗槽流出水調査(ハノイ市郊外46世帯)、都市河川1時間ごと水量、6時間ごと水質の48時間調査(ハノイTo Lic川の上流・下流2カ所)の多数の調査を実施して、それらの相互解析でベトナムにおける腐敗槽の機能を検討したものである。

本研究の学術的に重要な意義として次の点を示すことができる。一つは、途上国の複雑な水・汚濁物の挙動を把握するため、多数の異なる調査を組み合わせる研究を進めた点である。途上国においては、管渠等の設計が計画的に進められていることが少なく、水の流れさえわかりにくい。このため、現場の調査結果はほとんど得られていない。その解決として単発の調査ではなく、複数の調査を組み合わせることで、具体的に数値を得ることに成功している。その例は、水使用量調査と排水量調査や、家庭汚濁発生量調査と都市内河川流出負荷量調査であり、前者により家庭の水使用量と排水量との関係が、後者により途上国都市内河川汚濁負荷に占める家庭の割合など、具体的に示すことが可能となった。また、これら研究で得られた負荷量などの数値の中には、ほとんど報告例のないものもあり、数値自身がきわめて貴重となっている。

一方、地球環境学における意義としては、家庭の水使用から排出、糞便処理衛生施設、さらに河川水環境まで一連の過程として現象を把握することにより、流域全体でどのような対策・方策により、より健全な水環境を構築できるかを検討した点が上げられる。その一連の考え方の中で、住民に対する腐敗槽の管理についての質問、腐敗槽汚泥の農業利用への受任性などのアンケートを行い、将来の水環境管理のための方策を検討している。

また、本研究は、社会的な意義でも価値が大きい。ベトナムのような途上国でもトイレは水洗化が進む一方、ほとんど垂れ流しに近い処理で、水環境が悪化している。そのキーとなるのが腐敗槽であり、下水道の本格的普及が近々に見込まれない状況においては、その能力の向上が実践的方策となる。ベトナムでの腐敗槽の現状の問題点として、汚泥の引き抜き頻度にあり、その効果把握は重要である。本研究では、その点を単に腐敗槽の調査だけではなく、水使用、住民の腐敗槽への管理、

さらに水環境等々の観点から評価・検討している。これらは、現実的な方法で、将来、行政がどのような方策を検討すべきかの材料を提供した点で、本研究の意義は大きい。

以上の成果により、本研究は、地球環境学の発展に大きく貢献した。よって本論文は博士（地球環境学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成26年8月4日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

要旨公開可能日： _____ 年 _____ 月 _____ 日以降

〔文書データ作成の注意事項〕