

メトロマニラへのコンポスト型トイレによる 有機物オンサイト処理の導入の可能性について

牛島健¹・石川忠晴²・上原英之³・中西徹⁴・Corazon C. DAVIS⁵・Sylvano D. MAHIWO⁶

¹正会員 工修 東京都立農業高等学校教諭 (〒183-0056, 府中市寿町 1-11)

²フェロー会員 工博 東京工業大学教授 大学院総合理工学研究科 (〒226-8502, 横浜市緑区長津田町 4259)

³学生員 東京工業大学大学院 大学院総合理工学研究科 (〒226-8502, 横浜市緑区長津田町 4259)

⁴経済学博士 東京大学教授 大学院総合文化研究科 (〒153-8902, 目黒区駒場 3-8-1)

⁵Department of Environment and Natural Resources, National Capital Region (DENR-NCR), Republic of the Philippines

⁶Ph.D. Asian Center, University of the Philippines

フィリピンのマニラ首都圏では、有機性廃棄物による公共水域の汚染が著しい。一方、現在の社会経済状態のもとでは先進国型の処理施設の導入は困難である。本研究では、まず主な汚染源である貧困層のトイレと生ゴミ処理の実態を調査し、コンポスト型トイレによる尿尿・生ゴミ一括処理を代替案の一つとしてあげる。次に、オガクズを用いた既存のコンポスト型トイレで尿尿・生ゴミ一括処理を行った場合の減量効果の実験結果と、現地でのコンポスト型トイレの受入可能性に関するアンケート調査結果を示す。

Key Words: Metro Manila, Rehabilitation of water environment, Composting-type toilet, Treatment of organic waste.

1. はじめに

フィリピン国の首都であるメトロマニラ（マニラ首都圏：13市4町からなる特別行政区）では水質汚濁が著しく進行している¹⁾。その主な原因は、尿尿及び生ゴミなどの有機性廃棄物が処理されないまま水域に投棄されることである²⁾。同様な状況は先進国でも以前に生じているが、現在では下水処理及びゴミ処理施設の建設により概ね解決されてきている。そこでメトロマニラでも先進国と同様の施設整備をすることで問題解決できるのではないかと、漠然と考えられている。

しかし、現在のフィリピン国の置かれている状況を考えれば、下水及び廃棄物の近代的処理設備の早急な整備には多大の困難が予想される^{3),4)}。すなわち、国内経済の長期的停滞、首都圏の急激な人口増、膨大な不法居住者及び低所得者、水道や交通など基本的なインフラ整備の立ち遅れなど、多くの難問とリンクした形で水質汚濁問題は存在している。フィリピン政府は水環境改善のマスタプランを作成しつつあるが⁵⁾、その具体的実施手法については明確にできないままである。

筆者らは、メトロマニラ中心部を流れるPasig川とその支川の水環境調査をフィリピン国環境天然資源省首都

圏局（DENR-NCR）と共同で実施したが^{1),6)}、その過程で、有機性汚濁物の発生源処理システムの構築が必要であると考え、その手法について検討を始めた³⁾。本論文では、まず貧困な不法居住者地区において行ったトイレと生ゴミ処理に関する調査事例を報告する。次に、発生源処理に有効と思われるコンポスト型トイレについて、尿尿・生ゴミの一括処理に関する実験結果と、同トイレに対する現地人の反応に関するアンケート調査結果を示す。

2. 貧困層のトイレに関する調査

(1) 調査の概要

メトロマニラの人口約900万人のうち約20%は貧困な不法居住者であり⁷⁾、そのかなりの部分が河川及び水路沿いに暮らしている。貧困の故に、彼らは主要な水汚染源の一つになっている。しかし彼らの生活実態については十分なセンサスが行われていない。そこで本研究では、スラム地区の生活水環境に関する調査を実施した。

ただし、スラムの実態調査には危険が伴うため、案内人の紹介と先導が得られる2ヶ所を調査地として選んだ（図-1）。一つは、Manila市内の運河であるEstero San



図-1. 調査地区の位置



写真-1. Estero San Lazaro 沿いのスラム

Lazaro 沿いの Zone29 内にあるスラム(写真-1)、もう一つは、Malabon 市の Malabon 川沿いの Sitio Paz と呼ばれるスラムである。両地区とも、最低賃金基準(250 ペソ/日)以下の賃金で働く臨時雇い労働者が多く、住居は写真-1 に示すようなバラックの建物である。

こうした条件下の調査であるため、日本におけるような定量的調査は困難であり、主に、目視、インタビューによる定性的調査が主体となった。Zone29 の調査は2000年5月と11月に行い、調査戸数は6であった。Sitio Paz の調査は2000年8月に行い、調査戸数は11であった。調査項目は、トイレの様子、排水系統、水使用量と内訳、世帯賃金収入などである。ここでは、トイレ及びトイレに関連する事項について述べる。

(2)調査結果の概要

調査した家庭の全てがトイレを持っていた。フィリピンの一般家庭のトイレについては、藪野⁸⁾、小椋⁹⁾などによって紹介されているが、筆者らが調査した貧しい不法居住者のトイレの構造もほぼ同様であった。すなわち、写真-2 に示すように、日本の洋式トイレから蓋と便座を取った剥き出しの便器が据えられており、桶に汲んだ水で汚物を流すタイプ(Manual Flush Type)であった。

インタビューと“実演”から推定したところでは、大便を流すために使用する水量は、家庭によってばらつきが大きいものの、10～20リットル/回であった。その他に尻を

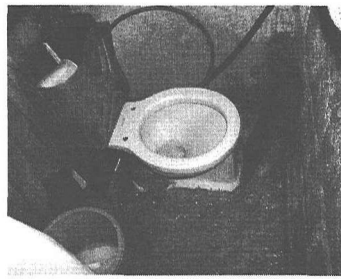


写真-2. トイレの概観(ZONE29)

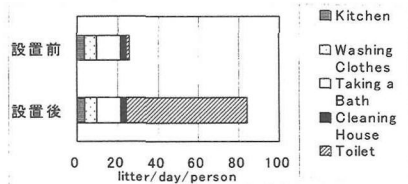


図-2. 極貧困家庭の水使用内訳

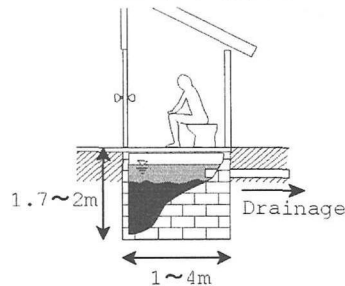


図-3. トイレの構造

洗浄するために2～6リットル/回の水を使用している。この量は、日本の標準的な使用量(8リットル/回)に比べてかなり大きい。

図-2 は、かなり精度良く推定できた、Sitio Paz における“極めて貧しい家庭”の一人一日あたりの水使用内訳である。この家庭ではトイレと上水道が最近設置されたが、その前後の使用量を示している。水道敷設以前は水売りからタンク入りの浄水を購入し、主婦が逐一計量して水を使ったため、使用量は極めて少なかった。またトイレ設置以前には、小便は排水孔に流し、大便は新聞紙に包んで川に投棄していた。この主婦は、水道敷設後も(トイレ以外の)水を従前どおり計量して使っているため、台所や洗濯などの水量は変わっていない。しかしトイレでの水使用を制御することは困難であるため、トイレと上水道を設置した後の合計水使用量は3倍にもなっている。

便器の下にはコンクリートブロックで土留めした貯留槽がある(図-3)。これを彼らはSeptic Tank と称してい

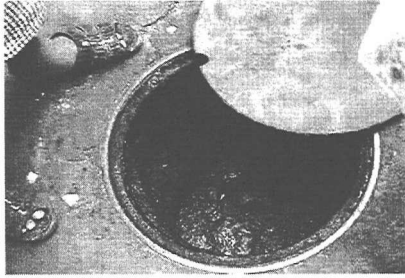


写真-3. 堆積物で閉塞したマンホール

るが、実態は単なる沈殿槽であり、上層の汚水は雑排水とともに排水溝(drainage)を通り河川や水路に流れ出ている。Zone29 では Drainage が地下化されていたが、マンホールにはスカムやシルトが堆積し、閉塞気味であった(写真-3)。Barangay Captain(地区長)の話では、水害を防ぐために Drainage をたびたび掃除しなければいけないとのことであった。なお、“Septic Tank”が満杯になると、専用の業者が掃除をする。ただし掻き揚げた汚物は人知れず川に捨てられている。

(3) フィリピン型トイレの問題点

前節で述べた調査から、フィリピン型トイレの問題点が以下のようにまとめられる。第一は、水使用量が大きいことである。メトロマニラは雨季と乾季が明確なモンスーン気候であり、乾季の水不足は今でも問題になっている。一方、1997 年に水道供給が民営化されて以来、水道の敷設延長は急速に拡大しており、その増加分の多くは地下水汲み上げに依存している。このため局所的地盤沈下が顕在化している⁴⁾。また、沿岸部では地下水の塩水化が懸念されている。

第二の問題は、公共水域の汚染である。メトロマニラでは、裕福な人達の住む一角を除くと、排水処理はほとんど行われていない。形としては水道供給会社が下水道についても責任を負っているが、実際には下水道の建設は行われていない。資金的な問題の他に、錯綜した都市構造による暗渠敷設の難しさもある。このため排水はほとんど drainage を通って公共水域に放流されおり、この状態は簡単に変えられそうもない。

第三は洪水の問題である。drainage に流れこんだ排水は、スカムや懸濁物質を沈殿させる。その結果、地下の drainage は常時閉塞気味であり、排水能力が不足している。雨季にはタ立により道路が冠水する光景がしばしば見られる。また、宅地が冠水すると、“Septic Tank”から汚物が流出し、非衛生的状態が出現すると考えられる。実際、筆者の一人(牛島)が Sitio Paz の調査地区にホームステイした際、夜中に降雨があり、異様な臭いを体験している。

以上のことを総括すると、「水をなるべく使用しない

表-1 メトロマニラにおける家庭ゴミの内訳 (JICA 1997)

Category	Total Production (g/person/day)	Kitchen Waste	Paper	Plastic	Glass & Wood	Metal
High Income	500	42%	18%	12%	15%	4%
Middle Income	451	50%	16%	16%	5%	6%
Low Income	344	42%	14%	17%	7%	5%

トイレ」、「下水道を必要としないトイレ」が、メトロマニラの状況に適しているように思われる。わが国では近年、上下水道の便の悪い地域を中心にコンポスト型トイレが使用されつつあるが、この種のトイレの普及がメトロマニラの生活環境及び水環境を改善する可能性があると考えられる。コンポスト型トイレは、次に述べる生ゴミ処理に対しても有効である可能性が高い。

3. ゴミの問題

(1) メトロマニラのゴミ問題と本調査の概要

1997 年の JICA の調査によれば¹⁰⁾、メトロマニラ全体のゴミ発生量は 5,350ton/day で、その 74%にあたる 4,000ton/day が家庭ゴミである。家庭ゴミの内訳は表-1 のようであり、約半分が生ゴミ(Kitchen Waste)である。また、同調査によれば全ゴミのうち 21%が不法投棄されている。近年メトロマニラでは、ゴミの不法投棄を防止するために河川監視員を置いているが、このことは、裏を返せば、河川への不法投棄がいかに多いかを物語っていると言える。

メトロマニラは、Smoky Mountain に象徴されたように、ゴミのオープン・ダンピングで有名である。一方 1999 年、ダイオキシンの懸念から、ゴミの焼却を禁止する Clean Air Act が施行され、ダンブサイトの不足が深刻な問題となっている。既存のダンブサイトは数年のうちに満杯になるが、新しいサイトの確保は難航している。このため、水源地付近や Laguna 湖の近くへのゴミ投棄が社会問題として取り上げられている。また、ピナツボ火山の噴火で荒地が増えた Pampanga 川流域へのゴミの搬出が企画されたが、地元住民の強い反対に会い頓挫している。

かつてメトロマニラのダンブサイトには多くの scavenger がいて、ゴミを分別し、junk shop を通してリサイクルしていた。現在は公共のダンブサイトへの scavenger の立ち入りは禁止されているが、junk shop は存在している。しかし全家庭ゴミの約半分を占める生ゴミは、もちろん引き取らない。

表-2. 貧困層の生ゴミ処分方法 (Sitio Paz in Malabon, 2001)

	Number of Household
Collection	208
Children	109
River	57
Composting	11
Total	385

本研究では、まずSitio Pazの貧困不法居住者にアンケートを行い、彼らの生ゴミ処分方法を調べた。また、ゴミの分別処理を徹底して行っていると言われている裕福な2つのコミュニティにおいて、処分方法の実態をインタビューし、特に生ゴミの処分方法について情報を得た。

(2)調査結果

Sitio Pazでの生ゴミ処分方法に関するアンケート調査結果を表-2に示す。「河川に捨てている(River)」という回答は全体の15%、「子供に小遣いを渡して処分させる(Children)」という回答は28%であった。後者も不法投棄になると考えられることから、不法投棄の合計は43%である。また「ゴミ収集(Collection)」には市による収集と私的業者による収集の両方が含まれるが、特に後者のダンプサイトは不明であり、不法投棄される分が含まれている可能性がある。しかし、わずか3%であるが、「堆肥にする(Composting)」という回答があった。

一方、一部の高所得者層では、コミュニティレベルで処分しようとする動きが出ている。メトロマニラにはヴィレッジと呼ばれる高級住宅街があるが、その中で「ゼロエミッション」を目指し地区内処理を行っているTahanan及びBlue ridgeでインタビューをした。両ヴィレッジとも徹底した分別を実施し、生ゴミ以外は概ねjunk shopに売り、生ゴミは堆肥化していた。Tahananでは写真-4に示す共同の堆肥化装置に生ゴミを入れ、Happy Soilと呼ばれる微生物添加剤を加えて堆肥化している。できた堆肥は10ペソ/kg(1ペソは約3円)で販売しているとのことであった。一方Blue Ridgeでは、生ゴミを庭に埋めるか鉢に入れるかして各家庭で堆肥化し、ヴィレッジ内の花壇で使用している。

以上のように、ゴミ処理に対して意識の高い富裕層では組織的な堆肥化の動きが芽生えている一方、貧困層においても若干ではあるが堆肥化が試みられている。問題は堆肥化を行うスペースと装置であり、この点が解決されれば、生ゴミの地区内処理は可能になると考えられる。前節で触れたコンポスト型トイレは、基本的には堆肥化装置と同じであることから、トイレの問題と生ゴミ処理の問題を組み合わせることで捉えることにより、合理的で効果的な処理ができるのではないかと考えられる。

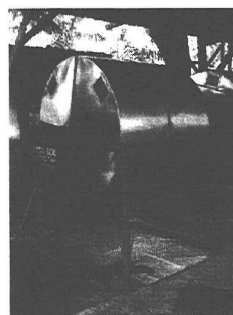


写真-4. 堆肥化装置

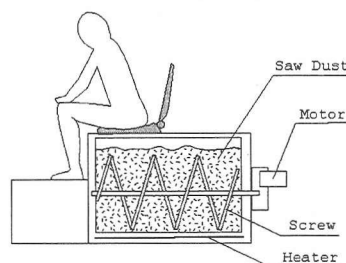


図-4 バイオトイレの構造

4. コンポスト型トイレによる尿尿・生ゴミ一括処理の実験

(1)バイオトイレの構造

日本では既にいくつかのコンポスト型トイレが製品化されているが、本研究ではオガクズをマトリックスとして使用するバイオトイレ(正和電工(株)製、一人用)を用いて、尿尿・生ゴミ一括処理の減量効果に関する実験を行った。このトイレは使用実績も多く、また堆肥化に関する基礎実験も行われている¹¹⁾。さらにオガクズをマトリックスとした生ゴミ処理機と基本的に同じ構造であることから¹²⁾、一台で一括処理するのに適していると考えられたからである。

バイオトイレの構造を図-4に示す。ステンレス製のボックス内にオガクズが満たされており、その上に便座が設けられている。使用後は、内蔵されたスクリューによって攪拌を行う。ボックスの内壁にはヒーターが内蔵されており、ボックス内を50℃前後に保つようになっている。バイオトイレ内部では、尿尿の分解・蒸発が十分速く進行するため、体積増加はほとんど起こらない。そのため、年に2～3回、内容物を半量取り出して新しいオガクズと交換するだけでよい。取り出した内容物は堆肥として利用できるとされている。ボックスの容積は、50リットル/人を基準として、利用人数に応じて決定される。

(2)実験方針と方法

実は筆者らは生化学については門外漢であり、バイオトイレ内での反応過程や堆肥の成分組成について分析する知識や技術を持たない。そこで、あくまでフィリピンでの実用性という視点から、主として「減量」がどこまで行なわれ得るかを調べた。衛生面の問題や堆肥の性能については、専門家の詳細な実験に委ねたいと考えている。そこで本研究では、以下のように実験を進めた。

[A] フィリピンにおける一人一日あたりの尿尿と生ゴミの量をもとに両者の配合を決め、バイオトイレ（一人用：50リットル）に一定の負荷を与えて、全体の重量変化から減量効率を調べる。内容物を少量サンプリングし、含水率、C/N 比、無機態窒素量を測定した。含水率は重量分析によって、C/N 比はスミグラフ NC-80 を用いて、無機態窒素量は BREMNER の方法によって、それぞれ測定を行った。

尿尿は健康な東工大生が毎日提供した。投入量については、当初はバイオトイレの公式容量の2倍（2人分）を予定したが、新鮮な尿尿を毎日一定量確保するのが現実的に難しかったので、公式容量と同じ1人分（目標 1kg/日）とした。なお、尿と尿の内訳は計測していない。生ゴミとして東工大生協食堂で発生する野菜屑を用いたが、内容物はその日のメニューによって多少変動した。そこで、キャベツやレタスの芯を主に選別して用いた。投入量は、実生活に適用される際にはバラツキがあることを考慮し、統計量¹⁰⁾（およそ 200g/人日）の2倍とした。なお、土日休日は尿尿、生ゴミともに供給が確保できないので、投入を行わないものとした。

[B] 容量1リットルの容器を用いて、種々のインプット条件のもとでの減量効率を求めた。ここでは、バイオトイレの公式容量の2倍の人員が利用することを想定して、オガクズ：尿尿：生ゴミの比率を定めた。また尿尿の内訳は、文献¹³⁾を参考にして 1:11 とした。生ゴミとしては、東工大生協で入手した野菜屑の他に、スーパーで購入した鶏肉、魚肉（アジ、サンマ、イワシ）を刻んで使用した。なお、これらの化学分析は行っていない。

この実験は気温を 34℃に保った恒温槽内で行った。前述のように、実物のバイオトイレでは、オガクズ槽内を約 50℃に保つためにヒーターが内蔵されている。しかし、メトロマニラでは電力供給が不安定であり、時にはヒーターが作動しないことも考えられる。ただし、一方で気温は日本よりかなり高い。また経済的事情からできるだけ安価にする必要がある。このような実際の状況から、ヒーターなしのバイオトイレの可能性を考え、温度条件を選定した。34℃という温度は、[A]の実験において計測されたオガクズ槽内のもっとも低温な部分の平均温度である。メトロマニラの年間平均気温は 27.5℃であるが、発酵熱によりオガクズ

表-3 一日あたりの平均投入量

	尿	尿	野菜屑	肉・魚
[A]	990g	400g	-	-
[B] 尿尿のみ	5g	55g	-	-
野菜屑+尿尿	5g	55g	12g	-
野菜屑(3倍)+尿尿	5g	55g	36g	-
肉・魚+尿尿	5g	55g	-	12g
[C] おがくず	5g	55g	-	-
ココランバー	5g	55g	-	-

槽内の温度は外気温より高めに保たれるものと考えた。ただし、実物のバイオトイレでヒーターをオフにした場合に、メトロマニラの外気温のもとで達成されるオガクズ槽内温度については、今後検討する必要がある。また、今後、種々の温度設定における実験を行い比較したいと考えている。

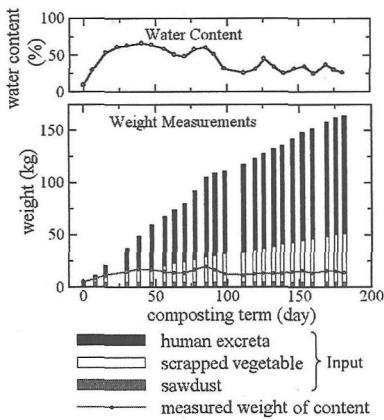
[C] 日本のオガクズ(主にスギ、ヒノキ)と同質のものがフィリピンでは入手しにくいことから、ココナツの木のオガクズ(coco-lumber)をマトリックスとして使用した。容器は[B]と同様に1リットルとし、外気温も34℃とした。この場合は尿尿のみを負荷として与えた。

(3)実験結果

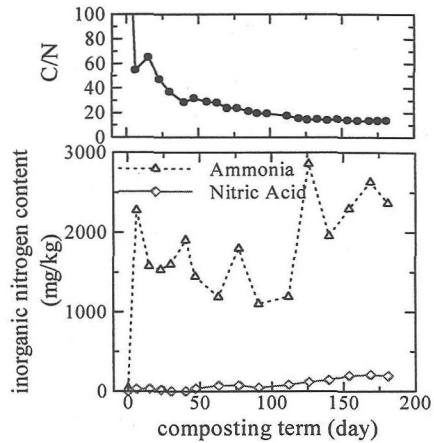
図-5-a)に、実験[A]での重量及び含水率の計測結果を、図-5-b)に C/N 比と全窒素及び無機態窒素含有量の計測結果を示す。始めの6週間は重量、含水率ともに増加しているが、それ以降はほとんど変化しなくなる。6週間後における減量率 $[(投入量 - 重量増加量) / 投入量]$ は 0.73、26週間後のそれは 0.95 である。また b) より、オガクズ内に窒素が蓄積されていくことがわかる。

図-6-a)に、実験[B]、[C]の結果を一括して示す。ここでは紙面の節約のため、各実験開始後6週間目の減量率を比較している。ただし、生ゴミ量の多いケースは、減量率が小さくても絶対的減少量は大きい場合がある。そこで図-6-b)に、尿尿投入量(一定)に対する減量率 $[(全投入量 - 重量増加量) / 尿尿投入量]$ を比較する。これらから以下のことがわかる。

図-6-a)の実験[B]のシリーズを比較すると、通常の使い方(左端：尿尿のみ)と、生ゴミを加えた場合の減量率はほぼ同じ値になっている。しかし、生ゴミを加えた場合の総負荷量は大きいわけだから、分解の絶対量はむしろ増加している。したがって、図-6-b)の比較では、生ゴミを加えた方が減量率は増加している。また、実験[C]のココランバーをマトリックスとして用いた場合では、日本のオガクズの場合より減量率は高くなっている。なお、実験[B]のうち、実験[A]に対応する「野菜くず+尿尿」(図-6-a)の左から2つ目)の減量率が、実験[A]の6

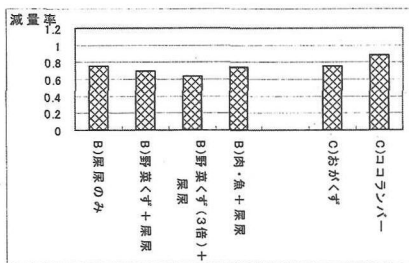


(a). 重量変化及び含水率

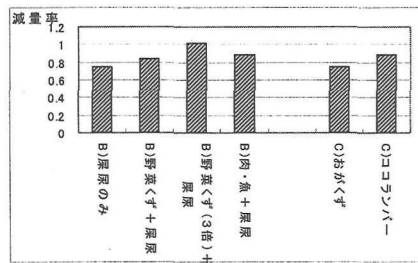


(b). C/N および無機態窒素含有量

図-5. 実験[A]の結果



(a) 全投入量に対する減量率



(b) 尿尿投入量に対する減量率

図-6. 実験[B]および[C]の結果

週後の減量率(0.73)に比べてわずかに小さくなっているが、この原因は、尿尿投入量が多いこと、実験容器の大きさが非常に異なること、およびヒーターによる槽の直接加熱を行っていないためであると思われる。

以上より、バイオトイレをトイレとして使用しながら、日々発生する生ゴミもその中に投入することにより、家庭で生じる有機性廃棄物の量を極めて小さく抑えることが可能であると考えられる。

ただし、本実験の条件は必ずしも現実に想定されるとおりではないので、さらに種々の条件でのデータを取得し、より現実的に適用性を検討していく必要もあるであろう。今後検討すべき主な点は以下の通りである。ここでは野菜屑、鶏肉、魚肉など、それぞれ“純粋な生ゴミ”を使用しているが、マニラの生活で発生する生ゴミの内訳を調査し、それに従った実験が必要とされるであろう。また、マニラと東京では気候が異なるので、気温、湿度等を管理した実験でバイオトイレの現地適用性を検討する必要があるであろう。その際、前述したように、フィリピンの電力事情を考慮した“ヒーターなし”での運転の可能性の検討が重要となろう。

また、社会条件の違いとして、マニラの貧困家庭の構

成員数が一般に日本より多いことがあげられる。構成員数が多ければバイオトイレの容量を大きくする必要がある。ただし10人を超える家庭は極めて稀であることから、現存するバイオトイレの範囲内で大丈夫であろうと思われる。マニラの現況トイレの貯留槽は概ね2,000リットル以上であるから、仮に10人用バイオトイレ(500リットル)を設置するとしても、スペースは確保できると考えられる。

上記の物理的条件以上に、生活習慣の違いについて考慮する必要があるかもしれない。たとえば、ほとんどのフィリピン人が、排泄後のお尻を水で洗う。この水がバイオトイレの中に全て投入されると、オガクズ槽内が水分過多になってしまう恐れがある。そのため、お尻を洗う際に、トイレ本体の上ではなく水浴び用のスペースで洗ってもらうようにする(フィリピンでは、トイレと水浴び場が同じ部屋にあるというのが一般的である)などの対処が必要になる。

以上のような生活形態の変換も含めて、そもそもフィリピン社会がバイオトイレを受け入れ得るのか、という点はかなり重要である。この点については、次章で調査データを交えて検討する。

5. バイオトイレに対するフィリピン人の反応

2001年の7月に、2基のバイオトイレがフィリピン政府に寄贈された。環境天然資源省首都圏局は、このうちの1基をQuezon市にあるNinoy Aquino公園に公衆トイレの一つとして設置し、2002年1月末にオープンした。この公園は主に週末に入り込みがある。そこで同トイレの使用を毎週土曜日と日曜日のみとし、排泄に来た客に対して同省の職員がトイレの仕組みと使用方法を説明した。使用後に以下のアンケートに答えてもらった。

調査項目は、使用者の属性（性別、年齢、独身/既婚、宗教、学歴、収入）及びバイオトイレに対する印象であった。調査は4週間にわたって行い、回答者は合計で385名であった。使用者の属性のうち最初の2項目に対する回答の集計結果を図-7に示す。また、バイオトイレに対する印象の集計結果を図-8に示す。なお、使用者のうちコンポスト型トイレに関する予備知識を持っている者は皆無であった。

図-8からわかるように、バイオトイレの印象はかなりよかった。実際、調査にあたった職員の話では、公園内に設置されている他の公衆トイレよりもバイオトイレを使用する者が多かった。ただし、次のような意見も寄せられた。

- (1) 慣れるのに時間がかかるかもしれない。
 - (2) (日本での価格を聞いて)通常のトイレに比べて高価すぎる。
 - (3) 水を使えないのが困る。
- (1)の意見は、汚物槽が便器の直下の手の届く位置にあることに対するものと思われる。この点は容易に改善できる。(2)の意見は当然予想されるもので、説明者が示した

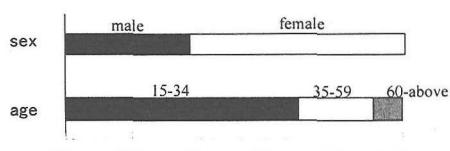


図-7. 回答者の属性

- The BT is clean, odorless, and environmental-friendly technology
- Lessen the household expenses because using the BT do not need to construct/clean-up sewage system facilities.
- Many will like BT if the cost of the unit is cheap and it is environment-friendly technology.

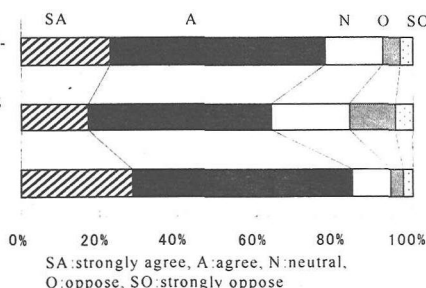


図-8. バイオトイレの印象に関する回答

日本での価格（一基約百万円）は、ほとんど全ての使用者の年収を越えていた。ただし、下水道を建設するための社会的コストが削減される、という説明に多くの人が理解を示した。(3)の意見は、お尻を水で洗うというフィリピンの習慣からきている。この実験では手洗い用の蛇口を小屋の外に設置し、全員にトイレットペーパーの使用を求めたからである。

6. おわりに

本研究では、メトロマニラの水環境改善手段として、コンポスト型トイレを導入し、尿尿と生ゴミを一括処理する方法を検討した。2章及び3章に述べたメトロマニラの現状からして、長期的対策としてこの手法は合理的なものであると筆者らは考えている。ただし筆者らは、この手法のみに固執するわけではなく、あくまで選択肢の一つとして捉えている。実際、トイレという生活上の必須施設は、生活習慣や社会意識を含めた広範囲の文化の所産であり、技術や価格などの合理性だけで選択できるものではないであろう。Ninoy Aquino公園の実験でも、バイオトイレの使用者には、好奇心と戸惑いの両方が見られた。

しかし、環境天然資源省はバイオトイレに大きな関心を持ち、その導入可能性をさらに検討する予定でいる。2001年に寄贈されたもう一基のバイオトイレは、現在フィリピン工科大学(Polytechnic University of the Philippines)にあり、フィリピン向けのバイオトイレの開発可能性を研究する材料として使われようとしている。「フィリピン向き」とは、①安価であること、②電力をできるだけ消費しないこと、③フィリピンで入手が容易なマトリックスを使用すること、④コンポストがLuzon島内の地味の痩せた地帯において土壌改良材として使用できること、などである。なお、筆者らは、バイオトイレから生じるコンポストを、肥料としてではなく土壌改良材として考えている。

水洗トイレからコンポスト型トイレへの変化は地域の物質循環を大きく変える可能性があり、そのための多岐にわたる検討が必要になってくるであろう。例えば、都市内で発生するコンポストを郊外に輸送する方法、衛生管理及び土壌改良材としての品質管理、土壌改良材を使用する地域の選定などが考えられる³⁾。そのためには、なんらかのPilot study ないし Case study が必要であろう。このことも含めて、環境天然資源省では検討を始めてようとしている。筆者らは、今後、こうした現地の取り組みとうまく協力しあいながら、より実践的かつ詳細な実験データの積み上げを行い、導入に向けた要件を整理し、提案してゆきたいと考えている。コンポスト型トイレの導入は、その開発実績を持つ日本が、国際技術援助を行っていく一つの項目になり得るのではないかと筆者らは考えている。

謝辞：本研究は、日本学術振興会未来開拓学研究推進事業「フィリピンにおける大都市地域および地方部の整備、開発、保全に関する研究」（研究代表者：大町達夫）の助成を受けている。また、本研究を遂行するにあたり、同プロジェクト研究メンバーとフィリピン国環境天然資源省首都圏局の各位の助力を得た。記して謝意を表する。

参考文献

- 1) Qian, X., Capistrano, E. T., Lee, W., Ishikawa, T., Yokoyama, K and Shoji, H: Field survey on the flow structure and water quality of Pasig River in Metro Manila, Annual Journal of Hydraulic Engineering, JSCE, Vol. 44, pp. 1101-1106, 2000.
- 2) Asian Development Bank: Pasig river environmental management and Rehabilitation project, Vol.1, 1998.
- 3) Ishikawa, T., et. al: A Scheme of environmental Improvement by recycling of organic matter between urban and rural area, Proc. 4th Symposium on Environmental Conservation of Metro Manila, Makati, pp.45-88, 2001.
- 4) Metro Manila in a search of a sustainable future, edited by Ohmachi, T. and Roman, E. R., University of the Philippines Press, 2002.
- 5) Pasig River rehabilitation master plan, draft final report, Pasig River rehabilitation Commission, 2000.
- 6) 石川忠晴, Capistrano, E. T., 銭新、牛島健、服部牧夫：メトロマニラにおけるWaterwayの将来的役割、第28回環境システム研究論文発表会講演集, pp. 61-70, 2000.
- 7) 国際協力事業団フィリピン事務所: フィリピンセクター別基礎資料, 1995.
- 8) 藪野正樹: マニラウォッチングー素顔のフィリピン, 論創社, 1986.
- 9) 小椋健二: フィリピン・メトロマニラにおける上下水道事業のPFI方式による運営実績、用水と排水, Vol.43, pp.510-514, 2001.
- 10) JICA: The study on solid waste management for Metro Manila, 1997.
- 11) 例えば, Lopez Zavala M. A., Funamizu N., Takakuwa T.: Onsite wastewater differentiable treatment system: modeling approach, Proceedings of the 2nd IWA World Water Congress Berlin, 2001.
- 12) 例えば, 寺沢実: 微生物を用いた環境修復 [2] ーバイオマス廃棄物の微生物による資源化ー、農業及び園芸、第75巻, pp. 43-50, 2000.
- 13) 生活系排水処理ガイドブック編集委員会: 生活系排水処理処理ガイドブック (増補改訂版)、環境技術研究会, 1986.

A PRELIMINARY STUDY ON THE FEASIBILITY OF ON-SITE TREATMENT OF ORGANIC WASTE BY USING COMPOSTING TOILET IN METRO MANILA

Ken USHIJIMA, Tadaharu ISHIKAWA, Hideyuki UEHARA, Toru NAKANISHI,
Corazon C. DAVIS, Sylvano D. MAHIWO

In Metro Manila, the National Capital Region of the Philippines, huge amount of organic waste deteriorates rivers and waterways. Under the present social and economic condition, however, it is quite difficult to build modern treatment farms as are common in developed countries. In this study, introduction of the composting-type toilets for treating both of human excreta and kitchen garbage at homes is proposed, based on field surveys about the present toilets and waste management in Metro Manila. Then, experimental results are shown on the weight reduction rate of organic waste when the both components are treated together in the toilet. In addition, the possibility for acceptance of composting-type toilets in the Philippines is discussed from the results of a survey by questionnaire at Ninoy Aquino Park where a composting-type toilet is installed.