

発行：2011年6月2日/発行責任者：特定非営利活動法人 シャントィ山口 代表 角 直彦
連絡先事務局 〒753-0215 山口市大内矢田 717 佐伯昭夫 電話/Fax 083-927-4083
ホームページアドレス：<http://www.shanti-yamaguchi.com/>

「徳島大学大学院 大橋教授による 現地活動報告」

タイ北部少数民族の農村における循環型トイレへの改良支援による
衛生環境改善と教育への活用

大橋眞¹⁾、佐伯昭夫²⁾、安藤公門^{2,3)}

1)徳島大学大学院・ソシオアーツアンドサイエンス研究部、2)シャントィ山口、3)山口県立
大学国際文化学部

衛生環境 トイレ 循環型 エネルギー 環境教育

連絡先 大橋 眞

徳島大学総合科学部生命科学
〒770-8502 徳島市南常三島町 1-1
TEL 088-656-7261 FAX 088-656-7298
Ohashi()ias.tokushima-u.ac.jp

概要

開発途上国にトイレを整備することは、衛生環境の向上のために、重要な課題となっている。タイ王国北部の少数民族であるモン族の村において、日本の NGO が地域の環境に適合した形に工夫したトイレの改良工事に取り組んでいる。保育園のトイレでは、浄化槽から調理用のメタンガスを取り出すことが出来るために、同園の昼食用の炊事をまかなうことが出来る。また、浄化槽から遊出した水は、有機栽培の肥料として菜園として有効利用が出来る。多くの先進諸国が廃棄物として、大量のエネルギーを使いながら処理をしている人の尿尿を、環境を生かした資源として利用しながら、最終的には最小限の CO₂ 排出にとどめるような形になっており、理想的な資源の循環モデルとしてさらに発展することが期待される。今回このような活動が、開発途上国だけでなく先進諸国の持続可能な発展に関する教育としても活用できる可能性について考察する。

Improvement of sanitary condition for installation of recycle toilet and application for education of environment in a village of an ethnic minorities in northern Thailand.

Makoto Owhashi, Teruo Saeki, Kimito Ando

- 1) The University of Tokushima, Faculty of Integrated Arts and Sciences, 2) Shanti Yamaguchi,
- 3) Yamaguchi Prefectural Univ., Faculty of Intercultural Studies

Keywords: malaria, Sanitary condition, Toilet, Recycling, Energy, Environmental Education

Installation of toilet is an important issue for improvement of sanitary condition all over the developing countries. A Japanese NGO is trying to improve toilets which are planned to fit the rural environment in a village of an ethnic minorities, the Hmong people, in northern Thailand. The toilet installed in a nursery school can produce methane gas from septic tank for cooking of lunch. The overflowed water from septic tank is able to be used for fertilizer in a kitchen garden. The concept of this toilet is the minimization of the release of carbon dioxide in the human life by the ecological use of human faces and urine that consume much energies for appropriate treatment in developed countries. This system will be developed to be one of an ideal model of the recycle system of natural resource. In this report, we discuss on the possibility for the use of this field trials of the improvement of toilet as the educational materials of the model of sustainable development for not only for under developing countries but also for developed countries.

緒言

衛生的な住環境を整備することは、開発途上国の大きな課題となっている。とりわけトイレの整備は、重要な課題である。2002年8月に南アフリカのヨハネスブルグで開催された「環境・開発サミット」では、地球環境の保全と国際社会の安定にとって、安全な水と衛生処理の確保がきわめて重要であることが確認された。現在でも、野外排泄をおこなったり直接放出型のトイレを使用しているなど、適切な衛生処理が確保されていない人口は、開発途上国を中心に24億人に上る。開発途上国の約50%に達する人の糞便が、処理をされないまま野外に放出されていることになる。これを2015年までに半分に減らすことで国際的合意がなされている(1)。人間の糞便は、病原性細菌、寄生性原虫や、寄生性蠕虫などの感染源になりうるために、大規模な水系感染症の流行を引き起こす可能性がある。また、糞便の地表への流出は臭気の拡散や美観上の問題などもある。そのために、トイレの改良により、糞便を直接野外に流出しない方式に改めることが課題となっている。最も簡便な方法の一つは、便槽に直接糞便を溜める方式であるが、便槽から土中にしみこませる方式で糞尿を処理する方式では、地下水などに汚染を広げる可能性がある。また、貯留型の便槽では定期的な汲み取りの必要性があり、汲み取った尿尿の処理やその時の費用が問題となる。また改良型トイレが設置されても、現地の習慣に適合しない場合には、使われないまま放置されることある。そのために、低コストでの施工がと維持が可能で、現地の習慣に適合して快適に使用できる改良型トイレの普及が期待されてきた。

トイレの改良工事の方法と結果

トイレの改良工事地区

タイ王国パヤオ県北部センサーイ村モン族の村に対して、日本のNPO法人シャンティ山口が中心となって、学生寮の設置と運営など継続的な支援が行われている。トイレの改良工事は、シャンティ山口の一事業として、村人のボランティア活動として実施された。これまで、モン族の集落ではトイレを設置しない例も多く見られた。伝統的なトイレとしては、簡素な小屋を屋外に設置し、素堀の穴を便槽として、使用時以外には穴に茅をかぶせておく形式のものであった。次第にコンクリート製の溜め槽の製品が出回るようになり、これを使用した便槽とコンクリート製床の構造になってきた。現在の一般家庭のトイレの構造は、住宅とは別のトイレ小屋にコンクリート床と便器と水桶があり、直径1m深さ50cmのコンクリート製溜め槽を2段以上積み重ねて便槽としている。大人数で使用するトイレでは、複数個の便槽が繋がった構造をしているものもある。いずれの場合でも便槽内に貯留した糞便は、土壤に自然浸透させることで処理をしている。しかし年数が次第に目詰まりを起こして、雨期のスコール時には周囲に汚物があふれ出すという問題がある。用便後は紙を用いずに、常備された手洗い用の容器を使用して、左手で処理をした後に便を水で流す方式である。便を流すのに使用される水は、通常の水洗トイレの数分の1である。

改良型のトイレの糞尿は、発酵槽における嫌気性微生物による処理と、土壤還元を基本とした処理を行っている。第1槽の発酵槽では、発生したメタンガスを貯留する構造となっており、空気の流入が抑えられているために、嫌氣的発酵から出た条件が保たれている。第1槽から出た汚水は第2槽から5槽の発酵槽を順次流れたあとに、段差を利用して地中に拡散させている。拡散した水は土中でさらに嫌気性発酵を行った後に、最終槽に集められる構造になっている(図1)。処理水を拡散させた土壤は、かつて日本で使用されていた肥だめの原理で、肥沃であり野菜等の栽培に利用することが出来る。この方式の浄化槽は、日本の合併浄化槽のように空気を送り込みながら好氣的な発酵を起こす方式と異なり、曝気のための電源は不要である。また、定期的な清掃や消毒薬の補充などの浄化槽のメンテナンスも基本的には不要である。

シャンティ山口は2005年に第1号の改良トイレを完成させた後に、現在までに10基の改良工事を終えている。プラチャーパクディー保育園の改良トイレ(図2A-C)では、嫌気発酵時に産生されるメタンガスを集めて、調理に使用している(図2D)。保育園の昼食の調理にはほぼまかなえる量のメタンガスの産生がある。

浄化槽内の衛生環境

今回設置した改良型トイレの浄化槽各槽の衛生環境を調べる目的で、各浄化槽の細菌数と寄生虫卵の有無の調査を行った。プラチャーパクディー保育園の改良型トイレの各槽のLB寒天培地を用いた好氣的条件下での培養の結果、嫌気発酵槽の下流の第2槽における細菌数は、嫌気性発酵槽の前槽の細菌数(図3A)と比較して大幅に減少していることが判った(図3B)。第2槽から第5槽は、嫌気性発酵槽であるが、水面付近では空気と接する構造となっており、通性好気性の細菌による発酵も進んでいる。従って、第5槽では、前槽の細菌数に近いレベルの細菌数になっている(図3C)。土中での嫌気性発酵の結果、第6槽では再び細菌数が激減している(図3D)。また、今回の検査では、嫌気性発酵槽の前槽を含めて人体に寄生する寄生虫卵は検出出来なかった。また、人体寄生性原虫も検出出来なかった。

考察

衛生環境の向上

糞便は、様々な病原体を含む可能性があり、大規模な感染症の流行を引き起こす感染源になり得る。例えば腸チフス、赤痢などの細菌、アメーバ赤痢、シアルジア、クリプトスポロジウム、イソスポーラなどの寄生性原虫、及び回虫、鞭虫、鉤虫などの寄生性蠕虫などは、糞便の中の病原体が次の感染者に伝搬することから、とりわけ注意が必要である。今回調べた範囲では、プレ嫌気発酵槽の検体に比べて、嫌気発酵槽下流の発酵槽1では、好気性細菌数が大幅に減少していた。この事実から改良型トイレの嫌気発酵槽は、好気性細菌や通性嫌気性菌の多くを死滅させる可能性がある。各種細菌、原虫、寄生虫卵の生存率などに関する今後の研究が必要であるが、少なくとも病原体数に関しては、糞便の直接放流よりもはるかに衛生環境を改善することが可能である。

改良型トイレの普及に向けて

今回の改良型トイレは、設置のコストを抑え、メンテナンスが不要な構造であり、さらにエネルギーを生産出来るという特色があり、この地区の環境に適合したモデルと考えられる。今回の衛生環境の調査では、設置された浄化槽の第2槽から第5槽にかけて、通性嫌気性細菌または好気性細菌の数の上昇がみられた。第2槽と第5槽から採集した水の色、におい、タンパク質量などに大きな差はなく（データは示していない）、細菌数はむしろ増えていることから、浄化槽の数を減らすことの検討が必要である。このことにより、改良型トイレの浄化槽設置のコストと労力を抑えることが可能になる。また、浄化槽の数を減らすことにより、一連の設備が同じ専有面積であるとする、浸透させる土壌面積に充てることのできるため、その土壌による浄化機能の向上と菜園面積増加による作物の増収が期待出来る。嫌気性細菌数の動向と病原性細菌や寄生虫卵などに対する死滅効果の検討や浄化槽周辺の衛生環境の状態の把握は今後の課題である。

自立支援型の国際協力

現地の一般住民の共同作業により、施工と維持が出来るこのトイレは、一時的な技術と資金援助だけではなく、住民の自立を促す目的で活動が継続的に行われるように、設計施工がなされている点に特色がある。工事の設計施工の段階で、現地で雇用した職員を活用しながら、トイレの施工現場周辺の住民の有償ボランティア活動という形で、協力をお願いする住民を募っている。このような形をとることで、結果として改良トイレ施工の技術を住民に公開しながら自らの努力で達成可能な生活環境向上を示すという教育効果を合わせ持っている。これまでの国際協力が資金援助を元にインフラ整備などのハード面に傾きがちな我が国の国際協力は、他の先進諸国からは十分な評価を受けない面があった。今回の取組は、インフラ整備そのものが地元住民の体験型学習のプログラムの一環として位置づけられているために、インフラの整備と共に、その維持管理にあたる人材育成や、同様のシステムを地域社会に展開するための知的基盤の整備にも貢献している。また、改良型トイレの施工後も、継続的に地元住民に対して、資源利用の循環型社会に関する講習会などがおこなわれている。今回のような地域の生活に関わる対象を自ら関わり合いながら完成させた施設を対象として、このような資源循環に関する生涯学習の機会をつくることは、地元住民の生涯学習のテーマとし

て極めて有用に作用することが期待されよう。

自主的な教育環境整備活動と知的基盤整備

今回のトイレ改良工事は、民間のNGO活動の一つとして計画され、地域住民の協力のもとに実施された。政府の主導でなく民間の自主的な活動を通じて、地域の生活環境の改善を行うことの意義が、今回の取組を通じて地域住民に目で見える形として提示された。また、保育園や公民館の公的な教育環境を自らの手で改良することを経験することにより、これらの教育設備に対する愛着の気持ちが増すことが考えられる。このような活動を通じて、住民の教育に対する意識を向上させることや、活動を共にすることにより、住民同士の連帯感の高揚が期待出来る。また実際の使用経験を通じて、この改良型トイレの意義や改良型トイレの普及に対する取組の意義に対する理解が広まることにより、自主的な活動の広がりが連鎖的に起こるような援助の仕組みをさらに考えていく必要があるだろう。その結果として修学率の向上や、地域住民の教育現場に対するボランティア精神の高揚などを通じて地域の知的基盤整備が進むことにより、開発途上国の援助のモデルとして確立されることが期待される。

エネルギー生産型の改良型トイレ

日本で広く普及しているトイレの浄化槽は、好気性発酵を起こすための曝気を行う構造になっている。曝気をするためには、恒常的に空気を送り込むための装置を駆動するためのエネルギーが必要である。また、おがくずを用いたコンポスト型トイレなどの方式の改良型トイレも、電気が必要なものが多い。これに対して、日本の辺地などの電気設備が未整備の地域において設置が進められている嫌氣的発酵を中心とした浄化槽では、曝気のためのエネルギーが不要である。今回の改良型トイレが設置された場所は、洗浄のための水が十分にある地域であり、しかも炊事等をおこなう生活圏に隣接している。この取組では、嫌気発酵槽から出るメタンガスを集めてこれを炊事用として使用している。一般的なトイレの浄化槽がエネルギー消費型の浄化槽であるのに対して、この浄化槽はエネルギー生産型の浄化槽として位置付けることが出来る。調理用のガスとしてエネルギーを有効利用すると共に、嫌気性発酵の過程で生じるメタンガスを処理する役割を持つ。かつては、日本にメタンガスをエネルギーとして利用するための工夫がされてきた(3)。嫌気性発酵槽から出るメタンガスを利用して、燃焼させることにより地球温暖化の原因の一つと考えられているCO₂よりはるかに高い温暖化効果を持つメタンガスを、CO₂に変換して空気中に放出することができる。今回の改良型トイレの浄化槽の第5槽から遊出した水は、尿中に含まれるリン酸、カリウム、窒素などの成分(4)を含んでおり、菜園の植物を養うために利用される。植物の成長に必要なCO₂が吸収されるために、空気中に放出されるCO₂は最小限にとどめることが出来る。また、菜園で取れる作物はエネルギー源として、人間にフィードバックされる。

教育環境の向上

学校のインフラ整備の中でも、トイレの整備はあまり重視されてこなかった。日本においてもトイレの環境整備はほかの教育設備に比べると遅れがちであった。我が国の初等中等教育においては、トイレ掃除を含めた清掃活動は教育活動の一環として重要な位置を占めている。また、給食なども食育活動や共同作業の学習の一環として位置付けられており、食育に

関して多くの成果を修めている。生活を共にしながら、清掃や食生活を共に体験する中で、清掃の意味を考えさせる意味を持っている。これまでトイレに関しては、世界の多くの学校で教育の対象として捉えることは、十分で無かった面がある。我が国においては、鎌倉時代より尿尿を肥料として利用する文化があった(2)。特に江戸時代以降には、都市部でも排泄物を肥料として売買することが行われたために、都市部の衛生環境がヨーロッパ諸国に比べて良好に保たれていた。しかしながら、東南アジア、インド、アフリカ、ヨーロッパにおいては、尿尿を廃棄物と考えて出来るだけ早く自分の目の前から遠ざける文化が基盤としてあったと考えられている(2)。伝統的な日本文化の一つであるこのような排泄物を資源としての利用することは、限りある資源を有効利用しながら、リサイクルシステムを構築する上で良いモデルを提示すると思われる。また、今回の取組は、教育の中でリサイクル社会への発展という意味を共に考えるきっかけとして、開発途上国だけでなく先進国の教育においても利用されることが期待される。

循環型社会の環境教育モデル地区として

持続可能な社会に向けた教育が重要な課題となっている。そのための効果的な教育プログラムを開発することが必要であるが、既に経済発展を成し遂げて化石エネルギーに依存した社会システムを作り上げた日本では、持続可能な社会をイメージすることは難しくなっている。開発途上国の地方では、電気設備が未整備の地区が多く、持続可能な社会のモデルとしてより近い環境にある。日本では近代化に伴って失われた持続可能な社会のための知を見いだすことも可能である。近代化社会では、廃棄物としての位置付けであった糞尿も、下水道の整備により次第に生活圏内から姿を消しつつある。糞尿の処理のために必要な上水道の水を始めとして、下水道に関してもエネルギーを用いて建設され、またその維持管理にもエネルギーが使われている。そのために糞尿の処理に多くのエネルギーが使われているが、近代社会の中で長年生活しているとその事実にも気づきにくい。今回の取組は、その処理のためにエネルギーを消費している糞尿を、エネルギー資源として利用できることを体験的に学ぶことにより、持続可能な社会を実現するための知を体得することが可能になる。また、このような改良型トイレと共に未改良のトイレが身近な所に存在する環境は、両者を対比しながら改良型トイレの意義を循環型社会のモデルと関連づけて理解するのに適している。日本などの先進諸国からの学生などが循環型社会の体験学習をおこなう場として整備することにより、一次産業以外の産業が少ない開発途上国の地域社会に教育関係の新しい産業の育成も期待出来る。開発途上国には、限られたインフラ整備の中でより良く生きるための生活の知恵が蓄積されている。このような中から先進諸国が学ぶべき点も多い。このような環境を積極的に利用推進することにより、先進諸国と開発途上国の学生の共同学習の場としての発展が期待出来る。このような形で持続可能な援助は、先進諸国が中心となって取組が進められている持続可能な社会へと発展することに対する方向性を示唆すると考えられる。

おわりに

一部の例外はあるが、人間の排泄物を資源として用いる文化は、世界の中でも限られている。日本では伝統的に尿尿を堆肥として使用してきたが、戦後の衛生思想の普及と下水道の普及の結果、現在では尿尿の堆肥として使用することは少なくなっている。限られた

資源を有効活用するための研究は、本来資源の少ない我が国にとっても重要な課題である。開発途上国の援助は、少ない資源を利用するための知を学び合う視点が重要である。日本の環境問題にも関連した課題を対象として、人材の育成など今後の両国の協力関係の発展に資する方策を講ずることにより、持続可能な援助システムとして発展させることが期待される。

参考文献

- 1) 上 幸雄 途上国におけるトイレ問題とその改善事例 下水道会誌 2003;40:43-52.
- 2) 嘉田由紀子 知恵と文化を生かした食と資源の循環をめざしてチェンベ村にエコトイレをつくる ARDED 2004;29:2-5.
- 3) 小野 二良. メタンガス利用の理論と実際. 東京.文雅堂書店, 1963.
- 4) 小椋 健二 ベトナムの都市近郊農村部の飲料水とトイレ事情 用水と排水 2002;44:704-711.

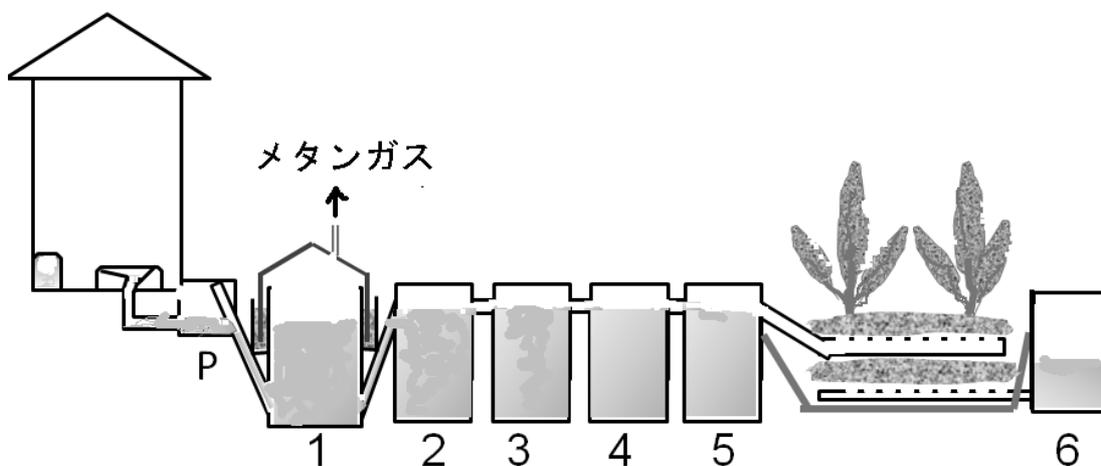


図1 設置された改良トイレの構造模式図 Pは発酵槽の前槽、第1槽は嫌気性発酵槽、第2—第5槽は、好気性発酵槽、第6槽は土壌濾過後の地下水槽である。



図2 プラチャーパクディー保育園の改良トイレとその周辺設備 A メタン発酵槽周辺、B メタンガスが蓄積されたメタン発酵槽（1槽）と下流の第2～第6槽、C タイ式水洗トイレ D トイレ発酵槽のメタンガスを用いたコンロが整備された調理室

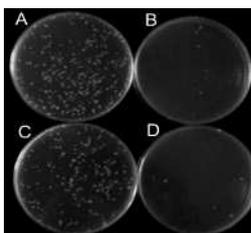


図3 各水槽の細菌培養の結果 A P槽、B 第2槽、C 第5槽 D 第6槽から採集した水溶液を滅菌蒸留水で100倍に希釈後、その30 μ lをLB寒天培地で培養した。

[Field Report]

Improvement of sanitary condition by installation of recycling toilet and application for education of environment in a village of an ethnic minority in northern Thailand.

Makoto Owhashi, Teruo Saeki, Kimito Ando

1) The University of Tokushima, Faculty of Integrated Arts and Sciences, 2) Shanty Yamaguchi, 3) Yamaguchi Prefectural Univ., Faculty of International Culture

Keywords: malaria, Sanitary condition, Toilet, Recycling, Energy, Environmental Education

Installation of toilet is an important issue for improvement of sanitary condition all over the developing countries. A Japanese NGO is trying to improve toilets which are planned to fit the rural environment in a village of an ethnic minorities, the Hmong people, in northern Thailand. The toilet installed in a nursery school can produce methane gas from septic tank for cooking of lunch. The overflowed water from septic tank is able to be used for fertilizer in a kitchen garden. The concept of this toilet is the minimization of the release of carbon dioxide in the human life by the ecological use of human feces and urine that consume much energies for appropriate treatment in developed countries. This system will be developed to be one of an ideal model of the recycle system of natural resource. In this report, we discuss on the possibility for the use of this field trials of the improvement of toilet as the educational materials of the model of sustainable development for not only for under developing countries but also for developed countries.

現地における調査状況



プラチャパクディー保育園 大橋 眞 教授（左）と 佐伯 事務局長・センサイ村調査・大橋教授と安藤公門アドバイザーホイブム村調査