

平成 30 年 6 月 1 日現在

機関番号：14301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K12276

研究課題名(和文) 途上国におけるトイレ環境の現状と自然・社会・文化的要因の関係及びその問題点

研究課題名(英文) The relationship and the issues between the current situation of toilet environments and nature, society, and cultural factors in the developing countries.

研究代表者

水野 一晴 (MIZUNO, KAZUHARU)

京都大学・文学研究科・教授

研究者番号：10293929

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)： トイレ設備の現状と環境および生活様式との関係、環境・衛生における問題点について、ケニアの首都ナイロビのスラム街とインドのアルナーチャル・ヒマラヤの農村部において、調査した。スラム街のキベラは、トイレの数は限られているため公衆衛生面に問題が多い。近年はNGOが公衆トイレのバイオトイレを作っている。

アルナーチャル・ヒマラヤでは、トイレトーパー代わりに使用されたコナラの落葉が床下に投げ捨てられ、そこで飼われているブタによって攪拌され、堆肥が作られて農地に利用されていた。2015年頃からインド政府がトイレ環境の改善のために補助金を出して、各住居に隣接してトイレが作られるようになった。

研究成果の概要(英文)： The relationship between the current situation of toilet equipment and the environments or the lifestyle, and their issues in the environments and the sanitation have been investigated in slums of Nairobi, Kenya and the rural area of Arunachal Himalaya, India. As the number of toilets are limited in the slums, there are several serious problems in the toilet of the slum from a public health perspective. NGO has installed the biological toilets in the slum.

In Arunachal Himalaya, the dry leaves of oak trees are used as the toilet papers. The dirty leaves are thrown into the toilet and the compost are made with domestic pig in the toilets. Their manure are used in the farm land. Indian government has provided subsidies to the local people for making the new toilets as the purpose of the environment improvement since 2015.

研究分野：自然地理学

キーワード：トイレ 環境 発展途上国 生活様式 社会

1. 研究開始当初の背景

トイレ環境および屎尿処理の問題は重要でありながら、「汚い」という感覚から、とくに途上国において見過ごされてきた課題である。

途上国ではトイレ設備が劣悪な場合が多く、また汚水を河川に流して汚染させ、その水を飲用して下痢で多くの乳幼児・子供が死亡している。また、トイレ環境は教育に大きく影響しており、ユニセフの統計によればサハラ以南のアフリカに住む少女の3人に1人が生理の期間には学校に行っておらず、それは劣悪なトイレ施設のせいであるという (George, 2008)。

トイレの現状は国によってさまざまであるものの、先進国における屎尿処理や水環境に関する研究は数多くあるが、途上国におけるトイレの現状と問題点について環境や民族ごとの習慣、経済状況や都市化の違い、社会的背景などから総合的に検討した研究はほとんど見られない。

2. 研究の目的

トイレ設備の現状と環境および生活様式との関係、屎尿処理の仕方、環境・衛生における問題点について、アフリカ、ケニアの首都ナイロビのスラム街キベラと南アジアのインドのアルナーチャル・ヒマラヤの農村部において、環境や民族における習慣、経済状況や都市化の違い、社会的背景などの観点から総合的に検討する。

3. 研究の方法

調査は現地において聞き取りや参与観察を行い、糞尿を堆肥として利用している場合は、その EC 値と pH を測定する。

4. 研究成果

トイレ環境について、アフリカのケニアの首都ナイロビのスラム街とインドのアルナーチャル・ヒマラヤ地方の農村部で 2015～

2017年に調査を行った。

(1) ケニア、ナイロビのスラム街

ナイロビは現在では300万人を超す東アフリカ第一の都会になっている。中心の市街地には高層ビルがそびえ、多国籍企業のオフィスやホテルが建ち並ぶ。

ナイロビには郊外に出稼ぎ民の居住地区があり、拡張した新市域の南部、西部、東部に位置している。そのひとつは、19世紀末にスーダン南部からイギリスが強制連行してきたヌビア人傭兵のための軍用居留地であったものが、1940年代以降からスクウォッター（不法占拠）化し、出稼ぎの町となった南部のスラム街、キベラ地区である（図1）。



図1 ナイロビ最大スラム、キベラ（2012年）



図2 キベラの街並み（1998年）

キベラは、現在人口が100万人近くいると言われているが、実態はよくわからない（図2）。ゴミはいたるところに捨てられている（図3）

ある世帯の場合、6畳くらいの広さの部屋

を月 1500 ケニアシリング ksh (約 1800 円) で家主から借り、そのほかに月 300ksh (約 360 円) の電気代を家主に払っている。ちなみに家主は電線から勝手に線を引っ張って電気を盗んでいるのだが、キベラではそれが普通になっている。この家庭の場合、夫は健康に問題があるとして働いておらず、妻が野菜を売って 1 日に約 50ksh (約 60 円) を稼ぎ、ときどき洗濯の仕事もして、洗濯をした日は 300ksh (約 360 円) くらい稼ぐというが、家賃を払うだけで精一杯だ。洗濯は、固定客の家にとときどき御用聞きに回り、その家の軒先で洗濯をして、1 回 100ksh からで、半日洗濯をして 400ksh くらいになるという。



図 3 ゴミの横で遊ぶ子供たち。このスペースは政府によって強制撤去された住宅跡 (2015 年)。現在、次々とスラムの住居が強制撤去されている。



図 4 キベラの一般的な長屋の共同トイレ (2015 年)。

トイレは数が限られているため公衆衛生

面に問題が多い。小便は袋や空き缶の中にして、外に投げ捨てる場合が多い。糞尿を袋に入れて外に投げ捨てるため、通称、「フライング・トイレ (flying toilet)」と呼ばれている。トイレは長屋に一つあるのが一般的で (長屋の大家が一つのトイレを設置)、20~40 世帯にトイレが一つあるくらいの数である (図 4)。上記世帯の長屋はトイレをもたないため、近所の共同トイレを使用料を支払って使っている。図 4 の共用トイレの場合、利用 1 世帯あたり月 300 ケニアシリング (約 360 円) を家主に支払うという。

トイレからの排水は地面に掘った側溝を流れ、スラム街の住居の間を糞尿の汚水が流れこみ、強烈な悪臭がスラムの中を漂っている (図 5)



図 5 住居のあいだをトイレからの糞尿の汚水が流れ込み、強烈な悪臭が漂っている (2015 年)

長屋にトイレがない場合は公衆トイレを使用する (図 6)。図 6 の公衆トイレはバイオトイレである。公衆トイレは 1 回紙代を含んで 5ksh (約 6 円) くらいだ。トイレの数が少ないのは、トイレをつくるのにこのあたりの固い岩盤を掘らなければならない、岩盤の上にバラックの家を建てるより建設費がかかるためである。

公衆トイレであるバイオトイレはケニアの NGO が建設した。バイオトイレをアピールするポスターもトイレのドアなどに貼られ

ている。便器の下に糞尿を 70 年溜めるための大きな瓶がある。発生するメタンガスは料理に利用できる (図 7)。使用量 1 回あたり 20ks (約 24 円 : 30 分~3 時間くらい使用可) である。マメを煮るのに、炭だと 50ks かかるが、メタンガスだと 20ks で済むという。



図 6 キベラ内にある公衆トイレ (バイオトイレ) (2015 年)



図 7 バイオトイレで発生するメタンガスを利用して、トイレの隣室で料理をつくることできる (2015 年)

キベラでは、都市化と居住の問題に取り組む国連機関である国連ハビタット UN-Habitat (国際連合人間居住計画) とケニア政府によってスラムの住民をスラム外の新住居に移住させて、スラム街を解消させる計画が実行されている。そう言う聞こえはいいが、実際には身分証明書をもっているものだけが新住居に入居できるため、貧困でまともに病院で生まれなかった人、とくに女性はそのような身分証明書をもっておらず、ス

ラムから閉め出されて、ささやかな住まいさえ失うことになった。

(2) アルナーチャル・ヒマラヤ地方 (インド)
アルナーチャル・ヒマラヤ地方にはチベット系のモンパ民族が居住している。

ディランモンパ地域では、トイレは伝統的に住居から離れて設置されている (図 8)。高床式になっていてトウモロコシの皮をトイレトーパー代わりを使用し、それは床下に投げ捨てられる。床下ではブタが飼われている。



図 8 ディランモンパの伝統的な高床式のトイレ。住居と離れてトイレがある。トイレ下ではブタが飼われている (2017 年)

住居が密集している場所では 25 年ほど前までは高床式になっている戸口の前のテラスで用をたし、その下でブタが飼われていた (図 9)。

近年は人前で用をたすのを恥ずかしがる若者を中心に、住居周辺のブッシュの中がトイレ代わりに使用されるようになった。2015 年頃からインド政府が全国でトイレ環境の改善のために補助金を出して、各住居に隣接してトイレが作られるようになった (図 9)。新しいトイレはトイレトーパー代わりに水を使用し、用をたしたあとに水で流している。



図 9 ディランモンパの住居密集地ではかつては戸口前のテラスで用をたした。最近、政府の補助金でトイレが住居に隣接して建設された（右手前の白い部分）（2017年）

タウンモンパ地域では、伝統的にトイレは住居の中にある。トイレは高床式になっていて、トイレ下にはコナラやマツの枯れ葉が敷かれ、そこでブタが飼われている。タウンモンパではコナラの落葉がトイレトーパー代わりに使用され、使用したコナラの落葉は床下に投げ捨てられる（図 10）。



図 10 タウンモンパの伝統的トイレは住居内にある。コナラの落葉がトイレトーパー代わりに使用されている（2017年）

床下には糞尿やコナラの落葉が堆積し、そこで飼われているブタによって攪拌され、高温発酵によって寄生虫や病原菌が死滅される堆肥ができる仕組みになっている。その堆肥は1年に1回、3月にトイレの床下から取り出されて、農地に運ばれて撒かれる（図 11）。

タウン地域のヒト・ブタ糞混合堆肥と牛糞堆肥の EC・pH 測定を行った。牛糞堆肥はコ

ナラやヒマラヤゴヨウの枯葉の上で牛を放し飼いにし、糞をさせたものである（図 12）。盛ってある牛糞堆肥の内部は、葉の形が残っておらず、内部の温度は 35-40 度ほどであった。

EC（電気伝導度）は堆肥中の養分量の指標として用いられる。堆肥に含まれる主な養分（イオン）はカリウム、ナトリウム、塩素、硝酸態窒素であり、堆肥中の EC の値が高いほどこれらの養分量が多いことになる。また、pH は堆肥の発酵度を示し、高ければ未発酵、低ければ発酵が進んでいることがわかる。ヒト・ブタ糞混合堆肥と牛糞堆肥の EC 値と pH の結果を表 1 に示す。



図 11 トイレ下から取り出された堆肥を農地に撒く（2017年）



図 12 コナラやヒマラヤゴヨウの枯葉の上で牛を放し飼いにし、糞をさせ牛糞堆肥をくる（2017年）

測定の結果、牛糞堆肥の EC はヒト・ブタ糞混合堆肥に比べ約 2~3 倍の高い値を示した（表 1）。

表 1 タワン地域におけるヒト-ブタ糞混合堆肥ならびに牛糞堆肥の EC, pH測定結果

	EC(ms/cm)	ph
	① 3.88	8.6
ヒト-ブタ糞混合堆肥	② 3.66	8.6
	③ 3.49	8.3
	① 8.52	4.5
牛糞堆肥	② 9.64	5.4
	③ 12.63	4.8

ECは堆肥中の窒素源(糞)が多いほど値が高くなる。当該地域の牛糞堆肥には植物資材にくらべて多くの牛糞が投入されているためECが高くなっている。その一方で、ヒト-ブタ糞混合堆肥には糞よりも多量の植物資材(主に落葉)が投入されており、それが低いECを示した原因だと考えられる。

ヒト-ブタ糞混合堆肥の pH (8.3~8.6) は牛糞堆肥の pH (4.5~5.4) に比べ約2倍の高い値を示した。

堆肥化初期段階のまだ発酵が進んでいない堆肥はアンモニアが発生するため、pHがアルカリ側に傾く(高くなる)。堆肥の発酵が進むにつれて、アンモニアが硝酸へと変化するため pH は酸性側に傾く(低くなる)。

当該地域のヒト-ブタ糞混合堆肥には、葉や枝などの植物資材が分解されずに残されており、発酵の初期段階であることが一目瞭然である。今回の高い pH はその未発酵堆肥から発生するアンモニアを反映した結果であると考えられる。牛糞堆肥は堆肥中の植物資材が完全に分解されているため、pHは低い値を示した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 件)

[学会発表] (計 3件)

- ① 水野一晴 (2016) : ケニア・ナイロビのスラム街キベラにおけるトイレを中心とした衛生環境と地域社会, 日本地理学会春季学術大会, 東京 (早稲田大学) (2016年3月22日)
- ② 水野一晴 (2016) : ナイロビのスラム街キベラのトイレ環境と住民生活, 日本ア

リカ学会第53回学術大会, 藤沢 (日本大学) (2016年6月4日)

- ③ 水野一晴 (2017) : インド、アルナーチャル・プラデーシュ州の地域社会における自然利用とトイレ環境, 第27回日本熱帯生態学会年次大会, 奄美 (奄美文化センター) (2017年6月17日)

[図書] (計 3件)

- ① 水野一晴、ベレ出版、人間の営みがわかる地理学入門、2016、293
- ② 水野一晴、NHK出版、気候変動で読む地球史—限界地帯の自然と植生から— (NHKブックス1240)、2016、285
- ③ 水野一晴、筑摩書房、世界がわかる地理学入門—気候・地形・動植物と人間生活— (ちくま新書1314)、2018、320

[その他]

ホームページ等

<https://www.bun.kyoto-u.ac.jp/geography/mizuno/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

水野一晴 (MIZUNO, Kazuharu)
京都大学・文学研究科・教授
研究者番号: 10293929

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

なし