

災害時に使用する携帯トイレの要求性能基準に関する研究
携帯トイレの仕様と性能に関する現状調査
Research on Required Performance Standards for Disaster Toilets
Survey on Current Portable Toilet Specifications and Performance

正会員 ○樋口 佳樹（日本工業大学） 技術フェロー 木村 洋（木村洋災害用トイレコンサルタント）

Yoshiki HIGUCHI*¹ Hiroshi KIMURA*²

*¹ Nippon Institute of Technology *² Kimura Hiroshi, Disaster Toilet Consultant

The specifications of commercially available portable toilets were categorized by target excreta, installation method, sealing method, and coagulation absorption method. In addition, 19 portable toilets were tested for odor resistance, antibacterial performance, and durability. 19 portable toilets were tested for odor resistance, antibacterial performance, and durability. 19 portable toilets were tested for odor resistance, antibacterial performance, and durability. This study provided a typology of commercially available portable toilets and an example of a performance evaluation method.

はじめに

近年、これまでの想定を超える自然災害の発生が深刻な問題となっている。災害が発生すると様々な問題に直面するが、特にトイレに関する問題は喫緊の課題となっている。樋口¹が実施した、戸建住宅を対象に震災時の備えに関するアンケート調査では、今後の震災に対する不安として、「トイレが使用できない」という回答が非常に多かったにもかかわらず、実際には、わずか12%の世帯しか「携帯トイレ」を備蓄していないという結果となった。飲料水の備蓄は8割以上の世帯で実施している反面、トイレについては、多くの人が災害時に困るという事態は想定できているにもかかわらず、携帯トイレの備えは不十分である実態が明らかとなっている。

NPO法人日本トイレ研究所²が主催した、2024年1月1日に発生した能登半島地震の被災地におけるトイレ使用状況調査の報告会(オンライン)では、様々な問題点が報告されていた。主な課題のひとつに、排泄物の後処理や放置による感染症への懸念が挙げられる。具体的には、商品ごとに使用方法が異なり、ストレスになるといった意見や、高齢者や体の不自由な方の利用が困難な商品があるなどの意見があった。このように、製品ごとの特長の違いから、間違ってしまう事例もあり、結果として臭気の発生や汚汁漏れなどが問題となっている。したがって、災害時に使用される携帯トイレが、必要な要求性能が確立されていない状態で、広く流通していることによって、携帯トイレを使用する際に二次的なトラブルが発生してしまうリスクに晒されている状況が窺える。

このような背景から、本研究では市販されている携帯トイレについて調査し、その特徴を類型化し、性能評価するこ

ととした。最終的には、災害時に使用する携帯トイレの要求性能基準を明確にし、使用時の二次的なトラブル発生を減らすことを目指している。

1. 携帯トイレの性能評価項目の設定

1.1 携帯トイレの仕様

実験に用いる製品は、使用方法の違いや価格帯を調査した上で偏らない製品として19種類を選定した。それぞれ製品の仕様を表-1に示す。製品には、小便専用と大便小便両用の製品があり、小便専用の製品は、基本的には手で持って使用するものが多い傾向であった。大便小便両用の製品は、便器に汚物袋を被せて使用するタイプと、床に置いて使用するタイプが多い傾向であった。一部、手で持って排泄するタイプも存在した。床に置いて使用するタイプは、段ボールなどの型枠が同梱されており、それに汚物袋を被せて使用するタイプと、汚物袋自体が硬めの材質となっており、袋を広げると安定して床に置くことのできる型枠の要らないタイプの2種類があった。

内容物は、排泄する汚物袋、汚物袋に被せて保管するための処理袋、凝固剤もしくは吸水ポリマー、お尻を拭くためのティッシュの4種類は、多くの製品に共通して同梱されていたが、一部の製品は、処理袋やティッシュがないものもみられた。それ以外には、型枠(床置きタイプ)、手を除菌するための除菌水、ポンチョ(排泄が見えないようにする)が同梱されている製品があった。内容物の種類は、小便専用の製品は1種類から3種類であったが、大小両用の製品では、1種類から6種類まであり、製品の仕様による違いがみられた。

密封方法は、汚物袋と処理袋の両方とも手で縛るタイプと、どちらかの袋をジッパーで締めるタイプに分けられた。また、

表-1 選定した携帯トイレの特徴

記号	排泄物	設置方法	仕様										備考	
			梱包物の内容						種類数	密封方法		凝固吸水方法		コスト [円/排泄]
			排泄袋	処理袋	凝固剤	ティッシュ	型枠	その他		汚物袋	処理袋			
A312	小	手で持つ	1	1	1				3	縛る	縛る	凝固剤	333	
A322	小	手で持つ	1	1					2	ジッパー	縛る	凝固剤	164	
A323a	小	手で持つ	1						1	ジッパー	なし	吸水ポリマー	125	
A323b	小	手で持つ	1						1	ジッパー	なし	吸水ポリマー	185	
A331	小	手で持つ	1						1	回転蓋	繰返し使用	なし	1,990	
A412	小	装着する	1	1		1		除菌消臭液	4	縛る	縛る	凝固剤	980	
B112	大小	床	1		1	1	1		4	縛る	なし	凝固剤	252	
B114	大小	床	1		1	1	1	ポンチョ	5	縛る	なし	タブレット	484	ポンチョを被って排泄
B122a	大小	床	1	1	1	1	1	持ち運び袋	6	縛る	ジッパー	凝固剤	659	
B122b	大小	床	1		1	1			3	Wジッパー	なし	凝固剤	605	排泄袋を床に置く
B122c	大小	床	1	1					2	ジッパー	縛る	凝固剤	370	排泄袋を床に置く
B212a	大小	便座に被せる	1	1	1	1			4	縛る	縛る	凝固剤	93	
B212b	大小	便座に被せる	1		1				2	縛る	なし	凝固剤	183	
B212c	大小	便座に被せる	1	1	1			除菌水	4	縛る	縛る	凝固剤	440	
B212d	大小	便座に被せる	1	1	1				3	縛る	縛る	凝固剤	122	
B212e	大小	便座に被せる	1	1	1	1			4	縛る	縛る	凝固剤	186	
B212f	大小	便座に被せる	1						1	縛る	なし	凝固剤	76	凝固剤以外は各自用意
B223	大小	便座に被せる	1	1		1			3	縛る	Wジッパー	吸水ポリマー	703	
B313	大小	手で持つ	1	1					2	なし	縛る	吸水ポリマー	150	

ジッパーについては、Wジッパーの製品もあった。凝固・吸水方法では、粉末状の凝固剤を排泄後に振りかけるタイプと、タブレット状の錠剤を投入するタイプと、吸水ポリマーが汚物袋にセットされているタイプの3種類に分けられた。

これらの特徴を踏まえて、対象となる排泄物、設置方法、密封方法、凝固吸水方法の違いを区別し、表-2 に示す呼称を設定した。

1.2 内容物と費用

図-1に、価格を使用回数で除した、1排泄あたりのコストと内容物の種類数について比較した。A331は、水筒型の繰返し使用するタイプであったため除外している。内容物の種類が多くなるほど、1排泄あたりのコストも高くなる傾向がみられた。A412はコストが980円となっており突出している。これは、小便排泄時に、腰回りに装着するタイプの製品であり、仕様が複雑であることが原因であると考えられる。B223は、Wジッパーによる高密封ファックを特徴としてアピールしており、防臭性能の高い処理袋であるため、割高となっている。

1.3 性能評価項目と評価方法

携帯トイレの評価項目を表-3に示す。性能評価項目は、各商品に記載されているキーワードや文章を参考に、防臭性能、抗菌性能、耐久性とした。防臭性能については、排泄後、1日保管した処理袋越しに50cmの間隔を保ち、ポータブル型コヒメシヨによる匂いの強さを示すセンサー値を測定した。

表-2 測定対象携帯トイレの記号表

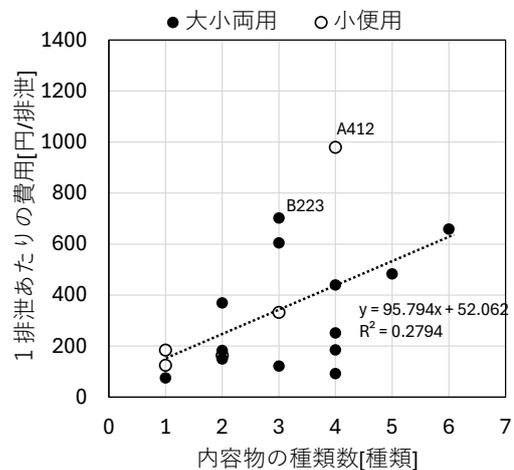
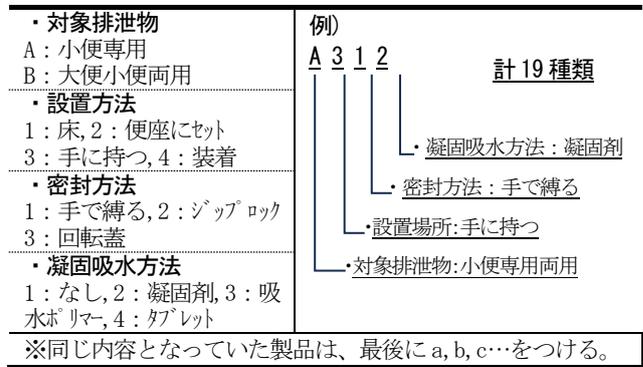


図-1 1排泄あたりのコストと内容物の種類数

表-3 評価項目の設定

項目	評価方法
防臭	臭いの強さ (ポ-ダブル型=オイセン ³⁾) XP-329m 1日保管後、処理袋越しに50cmの間隔から測定
抗菌	大腸菌及び大腸菌群 / 黄色ブドウ球菌 / サルモネラ菌 1日保管後、袋を開封し、シト培地 ⁴⁾ にて測定
耐久	引張り強さ[Mpa]と伸び率[%] JIS Z 1702に基づく試験を実施 包装用ポリエチレンフィルム 7.5引張試験

表-4 耐久性試験の測定機器

引張試験	厚み測定
精密万能試験機 「オートグラフ 50KN」 Shimazu : AG-5000B	ゲラナイトベーススタンド (株) テクロック : USG-28



抗菌性能については、大便に含まれる菌の中から、大腸菌及び大腸菌群、黄色ブドウ菌の測定をおこなった。検査は、1日保管後、袋を開封し、シト培地⁴⁾にて測定した。具体的には、排泄物を拭き取り検査キットにて、測定対象を2-3回ほど拭き取り、希釈液に浸らせて、シト培地に希釈液を1ml添加し、インキュベーターにて、温度を35℃・24時間で保ち培養を行った。なお、便は同一の成人男性(22歳)を対象とした。

耐久性能については、袋の引張り強さと伸び率を測定した。測定は、JIS Z 1702(包装用ポリエチレンフィルムの引張試験)に基づいた試験を実施した。引張り強さは、回収車などで回収される際にかかる瞬間的な力への抵抗力、伸び率は、長期間山積みで保存されている際の、下に積まれている袋にかかる断続的な力への抵抗力として想定している。引張試験および厚み測定に用いた試験機を表-4に示す。製品の汚物袋をJIS Z 1702に基づき、ダブル状に切り抜き、中央部に標線(標線間距離40mm)を引いた後、試験片の厚みを測定する。引張試験は、500mm/minで引張り、試験片が破断するまでにかかる最大荷重と、破断時の標線間距離を測定する。

2. 性能検証結果

2.1 防臭性能

図-2に大便排泄後、1日保管した後に処理袋越しに測定

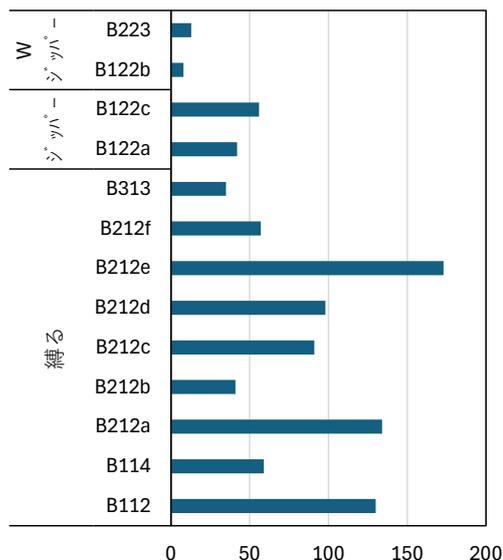


図-2 コイセンによるセンサー値 (大便排泄後1日経過後)

表-5 1日経過後の菌数

No	大腸菌及び大腸菌群	黄色ブドウ球菌
	1日経過後	1日経過後
B112	5.0×10^2	1.08×10^2
B114	$3.0 \times 10^2 \leq$	7.7×10^1
B122a	2.0×10^1	< 10
B122b	$3.0 \times 10^2 \leq$	1.5×10^1
B122c	$3.0 \times 10^2 \leq$	9.3×10^1
B212a	8.40×10^2	< 10
B212b	$3.0 \times 10^2 \leq$	8.5×10^1
B212c	$3.0 \times 10^2 \leq$	0
B212d	0	0
B212e	1.24×10^3	4.1×10^1
B212f	$3.0 \times 10^2 \leq$	1.20×10^2
B223	2.2×10^3	5.3×10^1
B313	$3.0 \times 10^2 \leq$	5.7×10^1

したセンサー値の結果を示す。手で縛るタイプよりもジッパーで閉じるタイプの方が小さい結果となった。特にWジッパータイプの製品の値が小さくなった。B122bは、処理袋がなく汚物袋のみのため、2重の密封になっていないものの、センサー値は一番小さくなった。手で縛る作業は、健康な成人男性が力いっぱい締めたが、1日保管後の処理袋越しにおいて、センサー値は大きい値となったため、臭気が漏れないように確実に密封するのは困難であると推察される。ただし、今回はあくまでも臭いの強さを測定しているため、凝固剤の匂いにも影響を受けている点は留意する必要がある。

2.2 抗菌性能

大便排泄時から1日経過後に、汚物袋を開封し、大腸菌・大腸菌群、黄色ブドウ球菌の菌数[cfu]を測定した。結果を表-5に示す。多くの製品において、2種類の菌がすべて検出された。B212dのみ2種類とも菌が検出されなかった。殺菌には至らないケースが多いため、排泄から保管、処分までの間に、利用者や管理者が、直接的にも間接的にも汚物

