

## 《短 報》

## 微生物分解型トイレ（バイオトイレ）の病院内での使用経験

原田 真一\*<sup>1</sup> 穉山富太郎\*<sup>2</sup> 進藤 裕幸\*<sup>3</sup>

## Biotoilet Use in a Hospital Setting: The Pros and Cons

Shin'ichi HARADA,\*<sup>1</sup> Tomitaro AKIYAMA,\*<sup>2</sup> Hiroyuki SHINDO\*<sup>3</sup>

**Abstract:** Portable chamber pot-type toilet bowls are now widely in use. However, when using these devices help from a care provider is still required because the excrement still needs to be disposed of and the toilet cistern must still be cleaned after each use. Recently, a biotoilet bowl has been developed, which is able to completely degrade excrement. This is accomplished by mixing the excrement with a microorganism carrier in the toilet. We investigated the function of the biotoilets commercially available now. Each of these three types has sufficient excrement disposing ability with a capacity of 2 kg/day. One is heavy in weight and requires an exhaust pipe. We used one of the remaining two in a hospital setting. The patient who used the toilet, two fellow patients in the same room, two nurses, and two doctors, were all asked questions concerning the following points: odor, noise, size, stability, ease in handling, and the excrement disposal procedure. Their answers show that the biotoilet is useful and effective because no troublesome procedure is needed for excrement disposal, and it is also helpful in promoting a self-supporting attitude in those patients who use one. It reduces physical and mental stress and lightens the burden on the care receivers and it also provides a highly hygienic outcome and is cost effective. The bacteria culture results revealed only nonpathogenic bacteria. The only disadvantage is odor. If the odor problem can be solved and efforts can be made to promote its wider social recognition, the biotoilet will likely become a very useful tool in the social welfare field. (*Jpn J Rehabil Med* 2004; 41: 875-879)

**要 旨:** 現在のポータブルトイレは毎回し尿の廃棄と便槽の洗浄が必要なため必ず介護者を必要とし、介護者にも多大な労力と精神的な苦痛を強要していた。近年、便槽内でおが屑とし尿を一定の環境下で攪拌し分解する微生物分解型トイレ（以下、バイオトイレ）が開発された。我々はバイオトイレを介護の場に導入するため現在市販中の3機種の機能を比較し、小型軽量で排気管が不要かつ本体価格、維持費とも安価でメンテナンスが不要な1機種を実際に病院内で使用した。その結果し尿の取替えが不要となるため介護の省力効果は極めて高く衛生的で上下水道も不要であった。おが屑の細菌培養結果も通常では病原性のない菌のみであった。欠点は堆肥のような臭いがあることであった。バイオトイレはし尿の廃棄が不要で被介護者の自立を助け介護者の肉体的、精神的負担を軽減し、衛生的かつ費用対効果も高い。今後臭いの面を改良すれば将来有用な福祉機器になると考えられた。（*リハ医学* 2004; 41: 875-879）

**Key words:** バイオトイレ (biotoilet), 使用経験 (hospital use)

2003年10月8日受付, 2004年11月10日受理

\*<sup>1</sup> 長崎大学リハビリテーション部/〒852-8501 長崎県長崎市坂本1-7-1

Department of Rehabilitation, Nagasaki University School of Medicine

\*<sup>2</sup> 長崎市障害福祉センター/〒852-8104 長崎県長崎市茂里町2-41

Nagasaki City Welfare Center for the Disabled

\*<sup>3</sup> 長崎大学整形外科/〒852-8501 長崎県長崎市坂本1-7-1

Department of Orthopedic Surgery, Nagasaki University School of Medicine

## はじめに

社会の高齢化や医療環境の変化などにより自宅での介護の需要は急速に増加しているが、現在普及しているオマル式のポータブルトイレは使用の度にし尿の廃棄と便槽の洗浄が必要なため必ず介護者が必要となり被介護者の自立を妨げる欠点がある。また病院でのポータブルトイレのし尿の廃棄と便槽の洗浄は看護師に多大な労力と精神的な苦痛を強要し問題点が多い。

近年便槽内におが屑を充満させ、し尿と共に攪拌してし尿を分解する微生物分解型トイレ<sup>2,5,6)</sup>（以下、バイオトイレ）が開発され、臨時トイレや山岳トイレとして普及してきている。これは家庭用の生ゴミ処理機と類似した原理のもので、回転ドラム（図1）を備えた便槽内におが屑状の微生物担体（図2）を充満させ、排泄された尿や便とともに一定の温度、湿度下で攪拌させる機構である<sup>3)</sup>。その結果尿や便は炭酸ガスと窒素と水に分解されトイレ内の容量は増加することなく半永続的に使用できる。バイオトイレでは従来必要であったし尿の廃棄や便槽の洗浄は不要となる。我々はこのようなバイオトイレを医療や介護の場に導入するために実際に病院で使用し問題点を検討した。

## 目 的

現在市販されているバイオトイレを実際に病院で使用した際の問題点を検討し、医療や介護の場にバイオトイレを導入するための改良点を明らかにすることが本研究の目的である。

## 対 象

使用者は88歳の女性で慢性肺気腫による慢性呼吸不全（Hugh-Jones分類IV度）に対し呼吸器リハビリテーション目的で2001年2月26日に入院しその後約2年間入院継続中である。使用開始時の使用者は歩行、風呂、整容は介助を要したがポータブルトイレまでのトランスファーは自立しており、入院時より従来型のポータブルトイレをベッドサイドで使用していた。

## 方 法

現在市販されているバイオトイレは3機種あるため、調査対象の機種選定のためにまず3機種の実物の



図2 おが屑状の微生物担体  
便槽内に20 kg 充満し、年に1回3 kg 補充する。

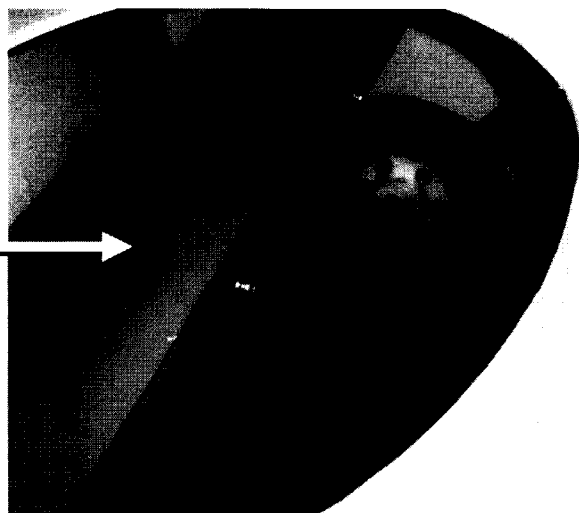
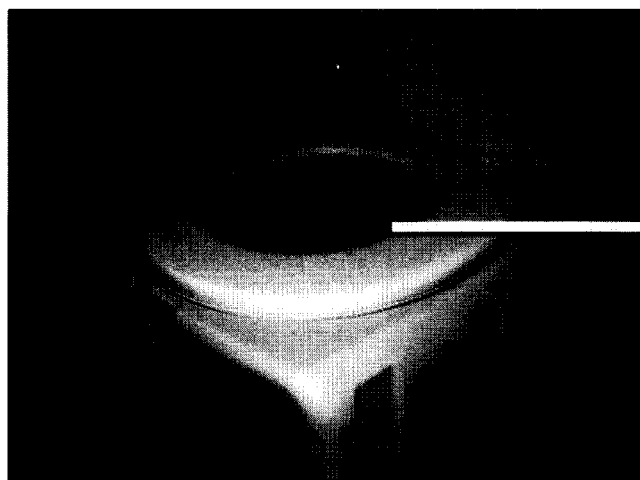


図1 便槽内の回転ドラム  
回転ドラムは30分ごとに1回転し、微生物担体と尿と便を共に攪拌する。

## 微生物分解型トイレ（バイオトイレ）の病院内での使用経験

観察を行い、外寸、総重量、排気管の有無、し尿の処理能力、微生物担体の種類、微生物担体量、微生物担体の必要交換頻度、微生物担体の月間維持費、月間電気代、価格を製造メーカーに問い合わせ比較検討した。

し尿処理能力は3機種とも1日あたり2kgで成人の1日のし尿量1.5~1.7kgを処理する能力があった(表1)。

その他の機能の比較を行った結果小型軽量で排気管が不要かつ、本体価格、維持費とも安価で微生物担体の補充頻度も少ない機種Aが病院内での使用に最も適していると判断し機種Aを調査対象機種とした。

このバイオトイレの機種Aを2003年2月5日~3月5日の間6人部屋に入院中の患者のベッドサイドの足元に設置し、すべての排尿、排便時に使用して頂いた。使用終了時に使用者に臭い、ドラムの回転音、大きさ、安定感、転落の危険性について従来のポータブルトイレと比較しての評価を「優れている」「ほぼ同等」「劣っている」の3段階評価で聞き取り調査し、問題点についても聞き取り調査した。また同室者2名に臭い、ドラムの回転音、大きさについて従来のポータブルトイレと比較しての評価と問題点を同様に聞き取りで調査した。併せて病棟の看護師2名と医師2名に臭い、ドラムの回転音、大きさ、安定感、転落の危険性、移動させやすさ、し尿の取り替えの手間についてポータブルトイレと比較しての評価と問題点を同様に聞き取りで調査した。

また便層内の微生物担体内にどのような病原菌が繁殖しているのかを知る目的で、バイオトイレの使用前、使用1日後、使用14日後、使用28日後に便槽内

で攪拌されたおが屑状の微生物担体約50gを任意の1カ所から取り出し一般細菌培養検査を行った。微生物担体内の細菌の分類、同定を行い使用前の使用者の尿と便の細菌培養結果と比較した。尚、使用者には本研究の目的と具体的な方法を説明し、使用者は内容を理解した上で自由意志で研究の対象となることに同意された。

## 結 果

## 1. バイオトイレの使用評価について

バイオトイレの使用者からの聞き取りでは、安定感、転落の危険性については従来のポータブルトイレより重いため優れているとの評価であった(表2)。大きさは従来のポータブルトイレとほぼ同等との評価で、ドラムが30分に1回転する音もバイオトイレをベッドの足元に置いていた状態では聞こえず、従来のポータブルトイレとほぼ同等の評価であった。臭いに関しては、悪臭ではないが堆肥のような臭いがあると指摘され、劣っているとの評価であった。同室者2名からの評価では、大きさに関しては病室でベッド間においても邪魔にはならずほぼ同等の評価であった。ドラムの音に関しても2名とも音があることを認識しておらずほぼ同等の評価であった。臭いに関しては2名とも悪臭ではないが堆肥のような臭いがあると指摘し劣っているとの評価であった。看護師からの評価では、大きさはほぼ同等の評価で、ドラムの音は近づかないと聞こえないためほぼ同等の評価、安定感と転落の危険性に関しては優れているとの評価で2名とも同一であった。トイレの移動させやすさに関しては、従来のものより重く電源コードの接続が必要なため、2名とも劣っているとの評価であった。臭いに関しては2名とも悪臭ではないが独特の臭いがあると指摘し劣っているとの評価であった。し尿の取り替えの手間に

表1 バイオトイレ3機種の機構と機能の比較

	機種A	機種B	機種C
外寸 幅	480 mm	800 mm	530 mm
奥行	660 mm	935 mm	835 mm
高さ	440 mm	900 mm	640 mm
総重量	30 kg	134 kg	45 kg
排気ダクト	なし	あり	取付け可
処理能力	2 kg/日	2 kg/日	2 kg/日
微生物担体	加工チップ	一般のおが屑	加工おが屑
微生物担量	20 kg	100 l	5 kg
担体の交換	年1回	年2~3回	月1回
	15%の補充	50%の交換	15%の交換
担体維持費	300 円/月	100 円/月	1,100 円/月
電気代	1,000 円/月	700 円/月	1,500 円/月
価格	約27万円	約80万円	約20万円

表2 従来のポータブルトイレと比較しての評価

	使用者	同室者	看護師	医師
臭い	×	×	×	×
ドラムの回転音	△	△	△	△
大きさ	△	△	△	△
安定感	○	○	○	○
転落の危険性	○	○	○	○
移動させやすさ			×	×
し尿の取替えの手間			○	○

○：優れている，△：ほぼ同等，×：劣っている

関しては、し尿の取り替えは不要になり微生物担体を年1回補充するだけとなるため、優れているとの評価であった。大幅な省力化と精神的苦痛からの解放には画期的であるとの感想が得られた。

医師2名からの評価では、大きさとドラムの音に関してはほぼ同等の評価で、安定感、転落の危険性については2名とも優れているとの評価であった。トイレの移動させやすさでは、重く電源コードの接続が必要なため2名とも劣っているとの評価であった。臭いに関しては、2名とも独特の臭いがあるのが問題点と指摘し劣っているとの評価であった。し尿の取替えの手間に関しては2名とも優れているとの評価であった。1名からは、し尿の取り替えが不要となることはし尿を取り出し処理槽まで移動させ廃棄、洗浄する操作において看護師の接触感染の危険性がなくなる点を利点として指摘された。

## 2. 微生物担体からの感染の危険性について

便層内の微生物担体内にどのような病原菌が繁殖しているのかを調査したところ、使用前の微生物担体の細菌培養結果では通常土壌や水中にいる環境菌や腸内常在菌や日和見感染菌がみられ(表3)、使用翌日の細菌培養検査では環境菌、腸内常在菌、日和見感染菌がみられた。使用14日後の細菌培養検査では環境菌、尿路系常在菌、日和見感染菌がみられ、使用28日後の細菌培養検査では環境菌、日和見感染菌、病原性のないグラム陽性桿菌とグラム陰性桿菌がみられ、健常

人には感染性のない菌のみであった。使用者の尿培養では病原性のある *Staphylococcus epidermidis* が検出され、便培養では病原性のある *Escherichia gallinarum* と *Escherichia coli* が同定されていた。

## 考 察

現在市販されているバイオトイレは3機種あるため病院内で使用する機種の選定では移動させやすさ、経済性、メンテナンスについて検討を行った。その結果小型軽量であること、屋外への排気管が不要であること、微生物担体量が少ないこと、微生物担体の管理が容易なこと、本体価格と維持費が安価であることから機種Aを調査対象機種と選定した。

つぎにバイオトイレを実際に介護の場に導入できるか検討するために、使用者以外にも医師、看護師、同室者など各種の評価者がいる病院でバイオトイレを実際に使用した。

バイオトイレの最大の特徴はし尿の取り替えが不要となる点である。現在のポータブルトイレでは使用のたびにし尿の廃棄と便槽の洗浄が必要であり、この作業が必要なためにポータブルトイレまで移動が可能な人でもし尿の廃棄と便槽の洗浄ができないため介護者が必要であった。このような人はバイオトイレにより自立可能となる利点がある。

し尿の廃棄と便槽の洗浄が不要となった場合の介護の省力化を試算すると、これまで1日8回のし尿の廃

表3 微生物担体の培養結果

使用前	<i>Bacillus subtilis</i>	+	環境菌
	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	+	環境菌
	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	+	環境菌、日和見感染菌
	<i>Acinetobacter lwoffii</i>	+	皮膚、腸内菌、日和見感染菌
	<i>Agrobacterium radiobacter</i>	+	環境菌、日和見感染菌
使用翌日	<i>Enterobacter Cloacae</i>	+++	腸内細菌、日和見感染菌
	<i>Serratia ficaria</i>	+++	腸内細菌、日和見感染菌
	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	+++	腸内細菌
	<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	+++	環境菌
	<i>Candida</i>	+	真菌、日和見感染菌
使用14日後	<i>Gamella haemolysans</i>	++	日和見感染菌
	<i>Bacillus subtilis</i>	+	環境菌
	<i>Oligella urethralis</i>	++	尿路系常在菌、日和見菌
	<i>Pseudomonas vesicularis</i>	++	環境菌、日和見感染菌
使用28日後	<i>Bacillus subtilis</i>	+	環境菌
	<i>Pseudomonas vesicularis</i>	++	環境菌、日和見感染菌
	Gram Positive Bar	++	
	Gram Negative Bar	+	非発酵菌

## 微生物分解型トイレ（バイオトイレ）の病院内での使用経験

棄と便槽の洗浄が必要で、1回の作業に3分を要したと仮定して計算すると1カ月に12時間分の労力が不要となる。本体27万円という初期費用と電気代、微生物担体を併せた月1,300円の維持費用も月に12時間分の人件費削減効果と上下水道代が不要となることを考慮すれば費用対効果は高いと考えられる。

またし尿の廃棄と便槽の洗浄という作業は介護者に労力のみならず精神的な苦痛も強いるため介護が敬遠される一因となっていた。バイオトイレではこの精神的苦痛から介護者を開放させ介護が敬遠されにくい環境を提供するという利点がある。

バイオトイレの問題点は悪臭ではないが堆肥のような臭いがあることであり、これは使用者、同室者、看護師、医師のすべてから指摘を受けた。この点に関しては光脱臭装置などでの脱臭能力の強化を図ることや脱臭装置を通過した排気をトイレ外ではなく再度便槽内に戻すなどの装置の改良で対応する必要があると考えた。

バイオトイレの移動させやすさという点ではその重量と電源コードが制約となる。電源コードは保温と攪拌のために不可欠なものであるが頻回に移動の必要がある場合はバッテリーなどで対応する必要があると考えられる。重量は移動不能なものではなく底部にロック付きのキャスターを装着することで充分対応できると考えられた。

バイオトイレは感染症などの原疾患のある人が使用した場合にはし尿中に病原性のある菌が存在する危険性があるため微生物担体の病原性についての検討も加えた。

今回の使用者の尿と便の培養では病原性のある菌が同定されていたが最終的な微生物担体の培養結果は健康人には病原性のない菌のみであった。全ての微生物担体に細菌が均一に存在するわけではないので今回の結果から病原菌が消滅したとは断定できないが、バイ

オトイレの便槽内の環境下では病原性のない菌の方が優位に繁殖した可能性が高く感染の危険性という点では好ましい結果であった。

バイオトイレでは介護者がし尿と接触する機会がなくなるため従来のポータブルトイレよりは介護者の感染の危険性は低い。しかし痴呆などで理解力が低下した使用者が故意に便槽内に手を入れたりする可能性も想定されるため使用者の感染の危険性を減らすためにはトイレの蓋にロックをつけるなどの工夫が必要と思われた。

また水洗トイレや従来のポータブルトイレのように水を必要とせずし尿の廃棄と便槽の洗浄が不要であるため下水道も必要なく環境にも優しい。上下水道の設備がない地域でも使用可能であり、そのような地域の衛生環境を向上させることが可能性を秘めている<sup>1,4,5)</sup>。しかし現況では介護の場でのバイオトイレの社会的認知度はまだ低く一般には普及していない。今回検討した問題点を改良し医療や介護の場でのバイオトイレの認知度を高めれば、有用な福祉機器として広く普及する可能性があると考えた。

## 文 献

- 1) Liljencrants A: Critical Review of Dry and Wet treatment of Human Excreta. Stockholm University, Stockholm, 1996
- 2) Gardner G: 地球白書 1997-1998 (レスター・R・ブラウン 編著). ダイヤモンド社, 東京, 1998; pp 31-49
- 3) 石崎勝義: 次世代トイレを考える. 環境コミュニケーションズ, 東京, 2001
- 4) 石崎勝義, 中川直子: トイレットと水循環. 雨水技術資料 2000; 38: 15-23
- 5) 石崎勝義, 正木晴彦, 戸田 清, 上 幸雄, 中川直子, 糸永貴範: 資源循環型トイレの可能性. 土木学会環境システム研究論文集 2000; 28: 295-302
- 6) ウノ・ウインブラッド: エコロジカルサニテーション. 日本トイレ協会, 東京, 2001