

平成22年度  
環境技術実証事業  
自然地域トイレし尿処理技術分野

自然地域トイレし尿処理技術  
実証試験[経年実証試験]報告書  
(概要版)

平成23年3月

実証機関 : 財団法人 日本環境衛生センター  
環境技術開発者 : 株式会社 リンフォース  
技術・製品の名称 : 洗浄水循環式し尿処理システム  
(水不要 - 生物処理 - 土壌方式)

# 実証試験結果の概要

## 洗浄水循環式し尿処理システム

し尿処理方式 <small>注1</small>	水不要 - 生物処理 - 土壌方式
実証機関	財団法人日本環境衛生センター
実証申請者 / 環境技術開発者	株式会社リンフォース

注1: 実証試験要領で定義したし尿処理方式の分類名称を記載する。

### (1) 実証装置の概要

装置の特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 本装置は、し尿を嫌気処理したのち土壌粒子による吸着やろ過作用、さらに土壌微生物の代謝作用等を利用して汚水を浄化する方式である。適切な条件下では、有機物のほか窒素、リンなどの除去も期待できる。</li> <li>・ 便器は、1回使用あたりの洗浄水量が300ccの簡易水洗便器を使用している。</li> <li>・ 酵素剤を添加することで固形物を液化させ、生物分解性を高めている。</li> <li>・ 豪雨時に地下貯水槽内の処理水が土壌処理槽側に溢れるのを防ぐため、雨水浸透槽から系外に地下浸透させる工夫がなされている。</li> <li>・ 商用電力がない場所でも設置でき、圧力式の足踏みポンプを用いて処理水を便器の洗浄水として利用をする点に特徴がある。</li> </ul>
し尿処理フローおよび解説	<p>便槽兼消化槽に酵素を投入して、し尿中の固形物の液化を促す。接触消化槽で浮遊物等の異物を除去し、土壌処理槽に自然流下で移送する。</p> <p>接触消化槽処理水は、土壌中に埋設した多孔性の散水管(トレンチ)を介して土壌層内に浸透される。</p> <p>土壌処理水は、土壌槽の底部にある地下貯水槽に貯留し、洗浄水として再利用する。</p> <p>地下貯水槽から太陽エネルギーを用いた揚水ポンプにより洗浄水タンクへの処理水の移送、及び洗浄水タンクの水を足踏みポンプで便器洗浄に用いる以外の各槽間の処理水移送はすべて自然流下方式を用いている。</p>

### (2) 実証試験の概要

実証試験場所の概要		
設置場所	神奈川県秦野市 鍋割山 山岳公衆トイレ	
山岳名	山域名：丹沢山塊 山岳名：丹沢・鍋割山 標高：1,272.5m	
トイレ供用開始日	平成15年11月28日	
トイレ利用期間	( <input checked="" type="checkbox"/> 通年利用 <input type="checkbox"/> シーズンのみ利用 )	
トイレ外観	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 33%; text-align: center;">  <p>トイレ外部</p> </div> <div style="width: 33%; text-align: center;">  <p>エントラン</p> </div> <div style="width: 33%; text-align: center;">  <p>トップライ</p> </div> <div style="width: 33%; text-align: center;">  <p>太陽光パネル</p> </div> </div>	
トイレ室内	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 33%; text-align: center;">  <p>小便器</p> </div> <div style="width: 33%; text-align: center;">  <p>洋式</p> </div> <div style="width: 33%; text-align: center;">  <p>和式</p> </div> <div style="width: 33%; text-align: center;">  <p>足踏ポンプ</p> </div> </div>	
処理槽	<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 25%; text-align: center;">  <p>腐敗槽(兼便槽)</p> </div> <div style="width: 25%; text-align: center;">  <p>洗浄水タンク</p> </div> <div style="width: 25%; text-align: center;">  <p>接触消化槽</p> </div> <div style="width: 25%; text-align: center;">  <p>土壌処理装置</p> </div> <div style="width: 25%; text-align: center;">  <p>土壌処理装置</p> </div> <div style="width: 25%; text-align: center;">  <p>地下貯水槽</p> </div> </div>	
実証装置の仕様及び処理能力		
項目	仕様及び処理能力	
装置名称	サンレット： 型式 FT -	
寸法	建屋部分：15.4㎡ ( W5,520mm × D2,790mm ) 土壌処理装置：40㎡、接触消化槽：1.34㎡ ( W840mm × D400mm × 4基 ) その他：0.21㎡ ( 分配槽：0.07㎡ × 2基、雨水調整槽：0.07㎡ 合計：56.95㎡ )	
便器数	男 ( 小：1、和：1 ) 女 ( 洋：1、和：2 )	
処理能力等 (設計・仕様)	利用人数	平常時：100回/日、利用集中時：400回/日
	処理水質	循環水(土壌処理水)のBOD：10mg/L前後
	必要水量	初期水量：4㎡、補充水量：0㎡
	必要電力	必要電力：50W、消費電力量：- kWh/月
	必要燃料	使用しない
	必要資材	酵素剤(1月あたり1,440gで5,250円)
	自然エネルギー	目的：揚水ポンプによる処理水の洗浄水タンクへの移送 種類：ソーラーパネル 仕様：公称最大出力120W ( 寸法 967mm × 962mm × 56mm )
	稼動可能な気温	0 以上
	専門管理頻度	1回程度/年
搬出が必要な 発生物	発生物の種類	発生物の種類：汚泥
	発生物の量と頻度	発生物の量と頻度：使用条件により異なる
	最終処分方法	最終処分方法：し尿処理施設で処分

### (3) 実証試験結果

稼働条件・状況	
項目	実証結果
実証試験期間	予備調査(利用者数計測)期間:平成21年12月18日～平成22年12月12日 実証試験期間:平成22年8月13日～平成22年12月15日
利用状況	利用回数:合計(累計) 27,927回、平均78回/日 平常時(12/18～4/25、5/6～10/31):平均63回/日 集中時(4/26～5/5、11/1～12/12):平均184回/日、最高:254回/日
利用料金	チップ制(1回50円)
トイレトーパー	使用済みペーパーの取り扱い:(便槽投入・ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">分別回収</span> )
気温(8/13～12/15)	最高:38.4、最低:-2.0、平均:14.2
消費水量	初期水量:8m <sup>3</sup> 、補充水量:0m <sup>3</sup> 水の確保状況 上水・ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">雨水</span> ・沢水・湧水・その他(融雪水)
消費電力	必要電力:50W 電力確保方法:商用電力・自家発電・ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">その他(太陽光発電)</span>
搬入・搬出方法	燃料・維持資材・汚泥等の発生物の搬入・搬出手段 (車、ヘリコプター、ブルドーザー、人力、 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">その他(今回は無し)</span> )

#### 利用者数グラフ



実証試験期間における平均利用は78回/日で、平常時処理能力(100回/日)に対して適正な利用であったと考えられる。

ゴールデンウィーク及び冬期に利用集中期が認められた。ゴールデンウィークの利用集中は一時的なものであったが、冬期(11～12月)についてはほぼ定期的に平常時の処理能力を超える(150～200回/日程度)状況であった。

#### 維持管理性能

項目	実証結果
日常管理	内容:トイレ室内の点検・清掃、トイレトーパーの補充、酵素剤投入 作業量:1人で約15分、実施頻度:1回/日(酵素剤投入は1回/月)
専門管理	内容:全体点検、水質等測定及び採取、汚泥面測定、その他 作業量:2人で約120分、実施日:12月15日
閉山時対応	通年使用。ただし、冬期使用にあたっては、凍結防止のためトイレ内で適宜灯油ヒーターを焚いている。
発生物の搬出及び処理処分	汚泥引抜指標(便槽液位の約1/2:40～50cm)に対して、汚泥の堆積量は10cm程度。汚泥引抜の必要性は認められなかった。
トラブル	洗浄水ポンプの故障が2回(8月:落雷、10月:突発故障)発生した。突発故障についてはポンプの耐用(使用年数約3年)と考えられる。

ランニングコスト

電力使用量または電力用燃料費

- 円/月

	水使用料	- 円/月
	消耗品使用量(酵素剤等)	6,300 円/月
	発生物等の運搬処理費	- 円/月(将来発生する可能性あり)
イニシャルコスト	設計価格	4,210,000 円(建物含まず)
	工事費	設置条件により異なる
維持管理の作業性	構造は複雑ではなく、維持管理作業は容易である。洗浄水タンクの液位確認は重要な作業と思われるので、簡便な方法で行えることが望ましい。	
汚泥等の搬出作業	現状では必要なかったが、今後の継続運転によって将来的には汚泥の引き抜きが想定されるので、搬出方法や費用等の検討が必要である。	
維持管理マニュアル	現状のマニュアルで日常管理は可能である。現状に則した応用的な運用をする意味では管理基準等の記載が望まれる。	

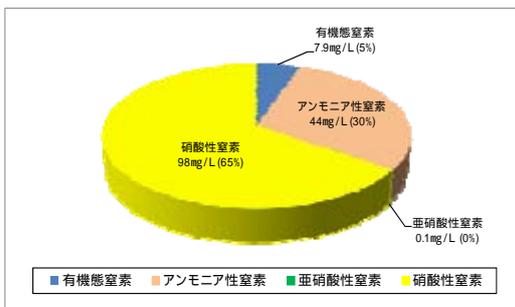
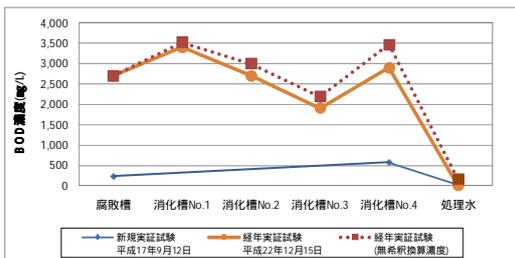
### 室内環境

利用者アンケートの主な結果を以下に示す

a. トイレのにおい	「許容範囲」との回答は 100%
b. トイレブスの明るさ	「許容範囲」との回答は 42%
c. 洗浄水	「許容範囲」との回答は 25%
d. 足踏みポンプ	「許容範囲」との回答は 59%
e. 全体的な使い勝手	「許容範囲」との回答は 75%
f. 総括	「要改善」のコメントは少なく、全体的に好評であった

### 処理性能

	Cl <sup>-</sup> 濃度 (mg/L)	希釈倍率 (倍)
便槽(兼消化槽)	3,100	-
接触消化槽No.1	3,000	1.0
接触消化槽No.2	2,800	1.1
接触消化槽No.3	2,700	1.1
接触消化槽No.4	2,600	1.2
処理水(洗浄水)	110	28.2



- ・Cl<sup>-</sup>濃度を参考に希釈倍率を算出した結果、接触消化槽において希釈効果は認められない。土壌処理装置において28倍の希釈が認められた。
- ・便槽液を含め、接触消化槽液のCl<sup>-</sup>は一般的な尿の性状と比較して高濃度と思われる。処理水を循環使用することで濃縮されていることが推測される。
- ・BOD及びCODは接触消化槽では除去効果がほとんど認められないが、土壌処理装置で80～90%以上の除去率が得られた。処理水のBOD濃度は設計条件である10mg/Lを満足していた。
- ・処理水中の窒素は65%がNO<sub>3</sub>-Nであり、土壌処理装置において好気処理されていることが確認された。
- ・りんについては土壌処理装置において88%の除去率が得られた。土壌への吸着によるものと考えられるが、土壌処理装置土壌のリン酸吸収係数分析結果からみて、現状においてリンの吸着能力は十分有していると考えられる。
- ・土壌処理装置近傍の土壌と比較土壌(装置から約10m地点)とでは、分析結果に有意な差は認められず、周辺環境への影響は極小さいことが確認された。

### (4) 本装置運用上の課題と留意点

環境条件 気象条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>本装置は処理水を洗浄水として循環使用する簡易水洗トイレである。よって、冬期等、気温が氷点下まで下がることが想定される時期に使用する場合には<u>洗浄水関連設備の凍結防止対策</u>が必須となる。対策事例としては、洗浄水関連設備の水抜きを実施し、便皿を開固定するなどして<u>非水洗トイレとして使用する</u>方法がある。冬期においても<u>簡易水洗トイレとして使用するならば、関連設備の加温や保温等が必要</u>となる。</li> <li>本処理装置は生物処理方式であり、<u>処理速度は温度に大きく影響される</u>。屋外設備(接触消化槽、土壌処理装置等)は<u>気温の影響を受ける</u>ため、気温の低下する冬期の使用については、<u>処理速度の低下に留意が必要</u>である。</li> <li>本装置は洗浄水ポンプの電源としてソーラーパネルを使用している。バッテリーを装備していないことから、ポンプ稼働率等を把握するために、<u>日射関係(日照時間、強度、積算等)のデータ収集は重要</u>である。</li> </ul>
インフラ条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>本装置は供用開始以降、汚泥の引抜きを実施した実績はない。ただし、今後長期にわたって使用した場合には<u>汚泥引抜きが必要となる場合も考えられる</u>。汚泥が発生した場合の処理方法(輸送手段、費用確保等も含めて)について検討しておく必要がある。</li> </ul>
利用条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>本装置は比較的余裕を見込んだ設計であり、<u>ある程度の利用集中時期においても所定の機能が発揮</u>された。ただし、利用の<u>集中期間が相当期間続く</u>と処理機能への悪影響は当然予想され、<u>利用者(見込み)数の把握は重要</u>である。</li> </ul>
維持管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>簡易水洗トイレにおいて、洗浄水の確保は清潔及び機能を保持する上で重要な要素である。また、洗浄水ポンプ故障の早期発見の観点からも、<u>洗浄水タンクの液位確認は維持管理上重要な作業</u>である。洗浄水タンクは配置上、二重マンホール構造となっており、<u>液位の確認作業がやや煩雑</u>である。</li> </ul>
処理機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>本装置における処理の主体は土壌処理装置であり、微生物による分解、土壌への吸着作用等によって汚水が浄化される。<u>土壌の吸着能力については経年的に低下</u>することに留意が必要である。</li> </ul>

#### (5) まとめ・今後の期待

- 本技術は汚泥の可容化及び消臭等を目的として定期的に酵素剤を投入している。酵素剤は維持管理マニュアルに示された量を投入しているが、処理状況に応じて酵素剤投入量を調整することで効率的な運転が期待される。利用状況(閑散期、集中期)に応じた酵素剤投入量の指標を提示することが望まれる。
- 冬期の使用には洗浄水の凍結対策が必要である。本装置では冬期に適宜灯油ヒーターを焚くことで洗浄水の通年使用を可能としている。さらに、太陽熱を利用した保温壁(ソーラーウォール)のように保温効果の優れた壁材を使用することで、ヒーター稼働時間の短縮(状況によっては不要)が見込め、ランニングコストの低下が期待できる。
- 洗浄水タンクの液位確認は簡易水洗トイレを維持管理する上で重要な作業であり、日常的に実施されることが望ましい。液位が簡便に確認できるような対策が望まれる。
- 本実証試験は平常時の処理能力を定常的に超えている非常に厳しい利用条件下において実施されたが、本装置が比較的余裕のある設計であることもあり、結果的に良好な処理機能が確認された。
- 土壌処理装置におけるリン等の吸着能力について、本実証試験では十分な吸着能力が確認されたが、今後使用期間に応じて経年的に低下することが懸念される。その意味で、定期的に処理機能状況を調査することは重要と考えられる。

#### (参考情報)

このページに示された情報は、全て環境技術開発者が自らの責任において申請した内容であり、環境省および実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

製品データ

項目		環境技術開発者記入欄			
名称 / 型式		サンレット / FT- MK			
し尿処理方式		土壌処理方式			
製造（販売）企業名		株式会社リンフォース			
連絡先	TEL/FAX	TEL 0467-33-0500 FAX 0467-33-0501			
	WEB アドレス	http://www.reinforce.co.jp			
	E-mail	hukda@reinforce.co.jp			
サイズ・重量		建屋 巾 1200 mm×長さ 2400 mm×高 3100mm 重量 0.7t			
		基礎 巾 200mm×長さ 2300mm×高 600mm 重量 0.4 t			
		分割して運搬・組立てが可能な場合は分割部品ごとのサイズ・重量			
		改良土壌 0.8t×12 袋 = 9.6t			
		土壌資材 2t 全体使用面積 35 m <sup>2</sup>			
設置に要する期間		20 日			
実証対象機器寿命		30 年			
コスト概算（円）		費目	単価	数量	計
イニシャルコスト	建物			一式	別途
	保温便槽及び衛生機器			一式	650,000 円
	土壌処理資材			一式	3,560,000 円
	合計				4,210,000 円
ランニングコスト	消化酵素			1 年分 1 箱	10,000 円
	消臭酵素			1 年分 1 箱	10,000 円
	合計				20,000 円
<p>コスト概算の前提条件（処理能力・穴数等）は以下のとおりとする。ただし運搬費は含まない。</p> <p>処理能力 平常時 160 回/日 集中時 320 回/日</p> <p>便器数 1 台 足踏みポンプ使用循環式</p>					

その他メーカーからの情報

<p>「足踏みポンプに変わるシステム提案」</p> <p>より良い洗浄水を流すために高架水槽を設置。電源にソーラーシステムを使用し、小さなポンプで揚水。タンク付き便器を使用することにより洗浄水が自由に使える「ソーラー付きサンレット」を紹介いたします。</p>
---