

環境技術実証事業
自然地域トイレ技術分野

自然地域トイレし尿処理技術
実証試験結果報告書
(概要版)

2012年3月

実証機関:財団法人 日本環境整備教育センター

環境技術開発者:芙蓉パーライト株式会社

技術・製品の名称:簡易尿処理技術

簡易尿処理設備(尿は別途処理)

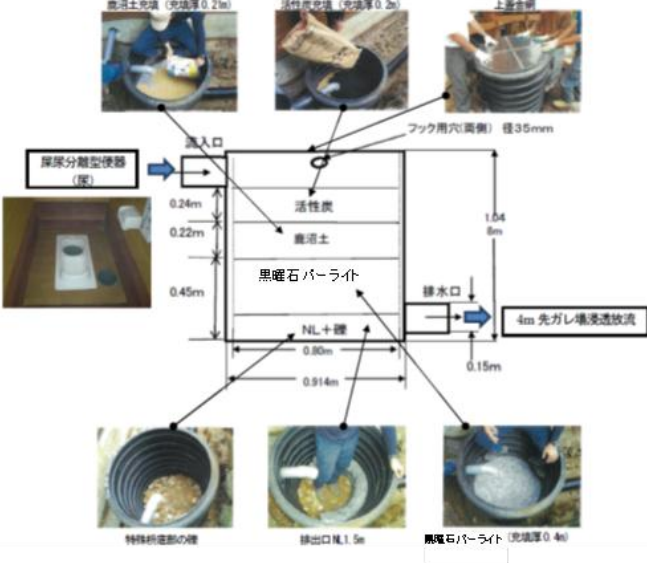
(水不要-物理処理-ろ過・吸着方式)

試験結果報告書の概要

し尿処理方式*1	水不要－物理処理－ろ過・吸着方式
実証機関	財団法人 日本環境整備教育センター
実証申請者/環境技術開発者	芙蓉パーライト株式会社
処理方式/技術名	簡易尿処理技術(尿は別途処理)

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。

(1) 実証装置の概要

装置の特徴	<p>本装置の技術的特徴は、天然素材を使用した、低コストでコンパクトなるろ過装置を用い、尿のみをろ過により処理する技術である。</p> <p>尿は特殊枅(容量 0.46m³)の活性炭(容量 0.12m³)、鹿沼土(容量 0.11m³)、黒曜石パーライト(容量 0.23m³)の層を下向流で流下しながら、尿中の有機物やリン酸等がろ過・吸着処理される。黒曜石パーライトは、黒曜石を粉砕し、約 1,000℃で焼成発泡させたもので、軽量で通気性、排水性が確保され、透水性と保水性に優れている。また、多孔質のため、微生物も担持され、生物処理も期待される。装置は、軽量(200kg 程度)のため運搬が容易であり、僅かなスペースと、約半日程度の作業時間で設置可能である。また、ろ過材は 100%天然の無機物のみを使用のため、安全かつ生態系に影響がなく、取替メンテナンスも容易である。</p> <p>尿尿のうち、尿は別途搬出され、尿は本装置で処理されるので、高い環境保全効果が見込まれる。</p>															
し尿処理フローおよび解説	 <table border="1" data-bbox="1034 1059 1441 1294"> <thead> <tr> <th></th> <th>充填高さ (m)</th> <th>容量 (m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>活性炭</td> <td>0.24</td> <td>0.12</td> </tr> <tr> <td>鹿沼土</td> <td>0.22</td> <td>0.11</td> </tr> <tr> <td>黒曜石パーライト</td> <td>0.45</td> <td>0.23</td> </tr> <tr> <td>計</td> <td>0.91</td> <td>0.46</td> </tr> </tbody> </table> <p>① 尿尿分離型便器により、尿のみが特殊枅に投入される。尿は別途搬出される。</p> <p>② 特殊枅には、上から活性炭、鹿沼土、黒曜石パーライトが充填され、尿はそれぞれの層を下向流により流下しながら、尿中の有機物やリン酸等がろ過・吸着等により処理される。</p> <p>③ 処理水は、塩ビ管により約 4m 先のガレ場で浸透放流される。</p>		充填高さ (m)	容量 (m ³)	活性炭	0.24	0.12	鹿沼土	0.22	0.11	黒曜石パーライト	0.45	0.23	計	0.91	0.46
	充填高さ (m)	容量 (m ³)														
活性炭	0.24	0.12														
鹿沼土	0.22	0.11														
黒曜石パーライト	0.45	0.23														
計	0.91	0.46														

(2) 実証試験の概要

① 実証試験場所の概要

設置場所	長野県 岳沢小屋トイレ
山岳名	(山域名: 北アルプス) (山岳名: 岳沢) (標高: 2,230m)
トイレ供用開始日(既設のみ)	— (本実証装置は平成 23 年 7 月 10 日供用開始)
トイレ利用期間	(通年利用・シーズンのみ利用)



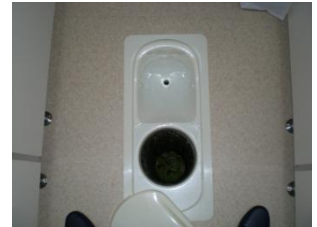
① 岳沢小屋



② トイレ棟



③ 尿尿分離型便器(洋式)



④ 尿尿分離型便器(和式)



⑤ 特殊枡 設置状況



⑥ 黒曜石パーライト層



⑦ 鹿沼土層



⑧ 活性炭層



⑨ 分散装置(9月28日～)

② 実証装置の仕様および処理能力

項目	仕様および処理能力	
装置名称	簡易尿処理装置(尿は別途処理)	
設置面積	0.835m ² (φ914 mm×H1,048 mm、0.2t)	
便器数	尿尿分離型便器(洋 2、和 2)、小便器 2	
処理能力等 (設計値)	利用人数	平常時 100 人回/日(30L/日)、集中時 300 人回/日(90L/日)
	水質等	特殊枡流出水 BOD300mg/L 以下
	必要水量	不要
	必要電力	不要
	必要燃料	不要
	必要資材	黒曜石パーライト、鹿沼土、活性炭
	稼働可能な気温	凍結しない温度
	専門管理頻度	(4 回/年)
搬出が必要な発生物	なし	

(3)実証試験結果

①稼働条件・状況

項目	実証結果
実証試験期間	試験期間:平成23年9月1日～平成23年10月23日 (越冬期間:なし)
利用状況	(利用者数合計:10,300人(53日間)) (最大:702人/日、平均:194人/日(53日間)) (7日間最大:第6週(10/6～10/12)320人/日、7日間最小:第1週(9/1～9/7)114人/日)
ペーパー	使用済みペーパーの取り扱い:(<u>便槽投入</u> ・分別回収)
気温	(最高:22.2℃、最低:3.6℃)(トイレブース内)
使用水量	—
使用電力	—
搬送方法	(車、ヘリコプター、ブルドーザー、 <u>人力</u> 、その他())

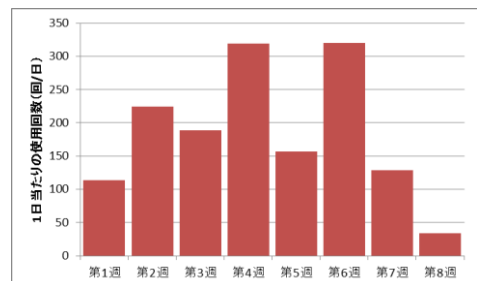
②維持管理性能

項目	実証結果
日常管理	内容:トイレブースの掃除、特殊柵の目視による点検 (作業量:1回あたりの作業 1人30分、実施頻度 1日1回)
専門管理	内容: 1. 全般的な点検事項(臭気の有無、水平保持、蚊やハエ等の害虫の発生の有無、異物等の混入の有無等) 2. 特殊柵の点検事項(目詰まりの有無、色、臭気の有無、特殊柵周辺等の異常の有無、ガレ場出水の異常の有無) 3. 試料採取 作業量:1回あたりの作業 2人60分、実施頻度:3回/約2ヶ月(実証期間) 実施日:①2011/9/7、②9/28、③終了時 10/16
開閉山対応	内容:特になし (作業量:開山時 一人一分、閉山時 一人一分)
トラブル	内容:分散装置の目詰まりが認められ、目詰まりの解消作業を実施した(10/15)。
維持管理の作業性	処理装置(特殊柵)は建屋外にあり、作業性はよい。
マニュアルの信頼性	「読みやすさ」については「普通」であるが、主要機器一覧、製品仕様についての記述がないことや異常時の対策・処置が分かり難いこと等が指摘された。

利用者数および維持管理状況グラフ

実証試験期間の使用回数の合計は10,300回、1日当たりの平均使用回数は194回/日であった。

実証試験期間を1週間ごと(7日間、木曜日から翌週水曜日)に区切り、各週の1日当たりの使用回数は、第4週と第6週が300回を超えており、これは、これらの週には土日を含む3連休があったこと、天候に恵まれたこと等によるものと考えられる。第3週は土日を含む3連休があったが、台風が日本列島を直撃した影響が表れたものと考えられる。



③室内環境

試験期間中、常設式によるトイレ利用者へのアンケート調査を行い、室内環境に対する快適性に関する許容範囲を調査した。有効回答数は37であった。なお、回答は8月8日から10月13日に行われており、時間は5～21時の間に回答されていた。

トイレ室内臭気は、97%が「①全く気にならない」、「②許容範囲である」と回答していた。トイレ室内の明るさは、回答者すべてが「①快適である」「②許容範囲である」と回答していた。尿尿分離型便器については、回答者の78%が「①全く気にならない」「②許容範囲である」と回答しており、「④どちらともいえない」が3%であった。総合的に判断してこのトイレについては、回答者の97%が「①たいへんよい」「②よい」と回答した。

④処理性能

○トイレブース内では、微弱なアンモニア臭が感じられた。特殊枡周辺では、9月7日は臭気が感じられなかったが、9月28日、及び10月16日は微弱なアンモニア臭が感じられた。流出水浸透先周辺では、臭気は感じられなかった。

○流出水のBODは150～240mg/Lで推移し、性能提示値である300mg/Lを下回っていた。TOC、T-N、NH₄-N、T-P、Cl⁻、電気伝導率は増加傾向を示した。

○梓川合流直前の沢水は、BOD3mg/L以下、Cl⁻及び電気伝導率も低かったが、岳沢小屋特殊枡流出水の影響が沢水採取地点に現れるのは長期間を要すると考えられるので、経年的に影響がないとは断定できない。今後、申請者や設置者等が定期的な調査等によって、特殊枡流出水の沢水への経年的影響について確認する必要がある。

○大腸菌(特定酵素基質法)は、流入水で $2.3 \times 10^2 \sim 5.4 \times 10^4$ MPN/100mL、流出水で $7.8 \times 10 \sim 1.6 \times 10^4$ MPN/100mL検出され、大腸菌群(特定酵素基質法)は、流入水で $2.3 \times 10^2 \sim 9.2 \times 10^4$ MPN/100mL、流出水で $1.3 \times 10^3 \sim 1.6 \times 10^4$ MPN/100mL検出されたが、沢水はいずれも検出下限値以下(N.D.)であった。一方、大腸菌群(デソキシコール酸塩培地法)は、流入水、流出水、沢水のすべてにおいて検出下限値以下(N.D.)であった。

○BOD、TOCは使用回数にかかわらず、BODが200mg/L前後、TOCが300～500mg/Lで推移し(図1)、T-N、NH₄-N、T-P、電気伝導率は使用回数にともない増加傾向を示した。塩化物イオンは、使用回数が16,500回程度までは約1,100mg/Lでほぼ横ばいであったが、16,500回を超えると約1,300mg/Lに上昇した(図2)。

○流入水が雨水等により希釈されたとした場合の各水質項目の濃度を試算値として示し、流出水の分析値と試算値を比較すると、希釈作用以上にろ過材によるろ過・吸着作用や生物処理作用が認められた。

○試験機による室内試験を実施した結果、有機成分の除去率は、33日目まではBOD、TOCで80%以上、CODで平均75%の高い除去率を示したが、47日目ではBOD37%、COD44%、TOC65%と低下した。BODは33日目までは80%以上の高い除去率を示しても、特殊枡の性能提示値である300mg/L以下は達成されなかった(図3)。

○本試験機の処理限界は、20L程度と考えられ、岳沢の特殊枡は、容量比で試験機の256倍であるから、処理限界は流入水量として5,120L、し尿原単位を0.3L/回とすると17,070回、0.2L/回とすると25,600回であると考えられる。

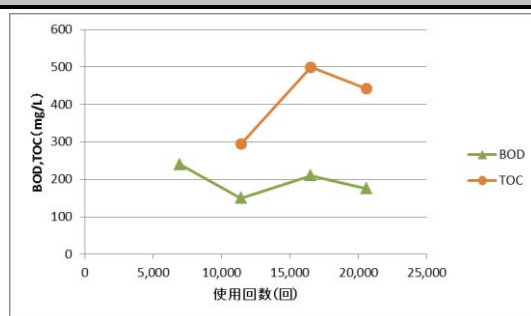


図1 流出水のBOD、TOCの変化

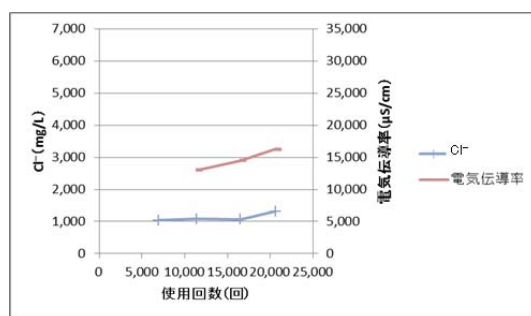


図2 流出水のCl⁻、電気伝導率の変化

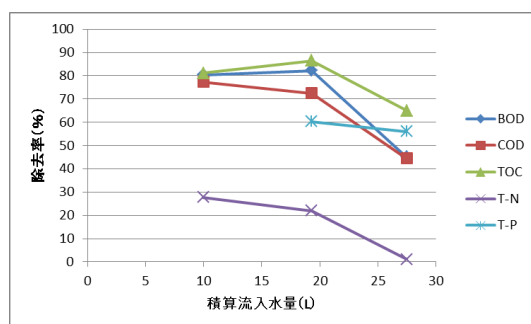


図3 室内試験における積算流入水量と各水質項目の除去率の変化

⑤コスト	
建設	総事業費(920 千円)※税抜き
	内、し尿処理装置(約 920千円)
維持管理	合計(0 千円/稼働期間) (①～⑥の合計)
	①廃棄物処理費(0 千円)
	②燃 料 費(0 千円)
	③専 門 管 理 費(0 千円)
	④消 耗 品 費(0 千円)
	⑤トラブル対応費(0 千円)
	⑥そ の 他(0 千円)

(4)本装置導入に向けた留意点

①設置条件に関する留意点

- 本装置は、尿尿分離型便器により尿を別途搬出し、尿のみを本処理方式により処理し浸透放流することにより、搬出し尿量が軽減されるため、インフラ条件が厳しい山稜・山岳地の山小屋におけるし尿処理では、有効な技術の一つと考えられる。
- 本実証試験では、沢水採取地点での岳沢小屋特殊枡流出水の影響がないとは断定できず、今後、申請者や設置者等が定期的な調査等によって、特殊枡流出水の沢水への影響を確認する必要がある。
- ろ過材の交換が必要になった場合、廃棄物処理法に留意し、ろ過材の処理方法、輸送手段等について検討しておく。
- 本装置は、尿のみを処理し浸透放流するが、処理水の有機物濃度は決して低くはない。浸透放流先のインパクトを考えると、本装置が適用できる場所は、山稜・山岳地に限定され、かつ、浸透放流先の自然環境に影響がないか十分な検討が必要である。
- 本装置は社会インフラの確保が難しい山稜・山岳地などの自然地域での採用が可能と考えられる。
- 道路のない山岳地等では、ヘリコプターやブルドーザーなどの輸送手段を検討する必要がある。

②設計、運転・維持管理に関する留意点

- 本装置では、大便器は尿尿分離型便器とし、確実に尿と尿を分離する。また、尿を別途搬出するシステムが必要である。さらに、ろ過材の交換が必須となるので、ろ過材の交換作業がスムーズに行えるような設計が求められる。
- ろ過材の充填順序や処理能力に対応した特殊枡の容量、面積、ろ過材の充填高さの検討が必要と考えられる。
- 流入水の分散装置は、目詰まりし難い構造へのより一層の工夫が望まれる。
- 試験機による室内試験の結果、BOD は高い除去率が示されたが、性能提示値の 300mg/L 以下は達成されなかった。実際の現場に設置される製品では、装置上部は開放し、装置内を好気性に保つほうがよい。
- 維持管理マニュアルが整備されていないため、早急なマニュアル整備が要求される。
- ろ過材の交換時期について、試験機による室内試験結果から、岳沢小屋の特殊枡で 17,000～25,600 回程度と試算した。ろ過材の交換時期について、設置者が判断できるような基準(例えば、目視での目詰まりの状況、特殊枡上部の水位上昇の状況、流出水の臭気発生等)を示す必要がある。

(5)課題と期待

- 本技術は、尿を別途搬出し、尿のみを本処理方式により処理し浸透放流する技術であり、浸透放流先の環境影響も実証試験の対象としたが、本技術が適用されると考えられる山稜・山岳地の自然環境は様々であり、浸透放流先の環境影響は関係機関・行政と協議し、個別に検討する必要がある。
- 本実証試験において、本装置の稼働状況、維持管理性能、室内環境、周辺環境への影響、処理性能を確認したところ、インフラ条件の厳しい山稜・山岳地の自然地域でのし尿処理の一手段となりうるといえる。
- 施工性の観点から、本装置は軽量のため運搬が容易であり、僅かなスペースと半日程度の作業時間で設置可能であり、設置に要する作業は他の方式に比べ容易である。
- 計画処理性能については、科学的根拠に基づいた処理能力の算定方法を確立することが必要である。
- 維持管理性に関しては、具体的な管理内容を記載した維持管理要領書、及び状況判断、対処方法を記したマニュアル等が必要であり、維持管理体制の確立、技術者の支援、資機材の開発等、メーカー、行政、設置者等、関係者が機能的に動ける連絡体制を確立しておくことが重要である。

(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		簡易尿処理設備(尿は別途処理)			
し尿処理方式		水不要-物理処理-ろ過・吸着方式			
製造(販売)企業名		芙蓉パーライト株式会社			
連絡先	TEL/FAX	TEL03-6680-9996 FAX03-6681-8272			
	WEB アドレス	http://www.fuyo-p.co.jp			
	E-mail	kasai@fuyo-p.co.jp			
サイズ・重量		W914mm×L914mm×H1,048mm (φ914mm×H1,048mm) 0.2t			
設置に要する期間		約半日～1日			
実証対象機器寿命		処理装置約10年			
コスト概算(円) ^{※1}		費目	単価	数量	計
イニシャルコスト	処理装置	900,000円	1	900,000円	
	標準工事費 (自主設置)	0円	0	0円	
	試運転調整費 (不要)	0円	0	0円	
	標準運搬費 (長野県内)	20,000円	1	20,000円	
	合計				920,000円
ランニングコスト	充填材一式	150,000円	1	150,000円	
	電気料金(年間)不要	0円	0	0円	
	標準保守管理費 (目視チェックのみ)	0円	0	0円	
	合計				150,000円

※1 コスト概算の前提条件は以下のとおりとしています。

- ・トイレ利用平均回数は100人回/日とします。
- ・イニシャルコストには、トイレ建物、機械室、便器、給排水管工事、掘削等工事は含まれていません。
- ・標準工事費は立地条件により異なりますが、原則は平坦なスペースに置くだけです。
- ・標準運搬費は設置場所により変動します。ヘリ等による運搬費は除きます。
- ・ランニングコストは年1回の充填材交換としています。実用面では、2～3年毎の交換で運用可能です。

○その他メーカーからの情報

- ・電気、水を必要としない、軽量、コンパクトな尿濾過装置です。
- ・厳しい環境、立地条件の山岳地に適しています。
- ・安価である上に、充填材を交換する他にはコストがかかりません。
- ・容器以外は天然素材のみを使用しているため、環境にやさしい製品です。