

環境省

平成25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
実証試験結果報告書

2014年3月

実証機関：特定非営利活動法人 山のECHO
環境技術開発者：大央電設工業株式会社
技術・製品の名称：自動制御バイオ型・し尿分離処理システム
（水不要 - 生物処理 - 木質 [そば殻] 方式）
実証試験実施場所：八ヶ岳中信高原国定公園霧ヶ峰車山肩
実証番号：030-1301



本技術は第三者による性能の実証結果を公開しています。

<http://www.env.go.jp/policy/etv/>

自然地域トイレし尿処理技術分野

平成25年度 実証試験 (No.030-1301)

平成 年度 経年実証試験 (No.030-)

目 次

[全体概要] (概要版に同じ)

1. 実証装置の概要	1
2. 実証試験の概要	2
3. 実証試験結果	3
4. 本装置導入に向けた留意点	5
5. 課題と期待	5
参考情報	6

[本編]

1. 趣旨と目的	8
2. 実証試験の概要	8
3. 実証試験実施場所	8
3-1 実施場所の概要	8
3-2 実施場所の諸条件	9
4. 実証装置の概要	11
4-1 実証技術の特徴と処理フロー	11
4-2 実証装置の仕様	11
4-3 実証装置の設置・建設方法	15
4-4 実証装置の運転・維持管理方法	15
4-5 実証装置の条件設定	15
5. 実証試験方法	16
5-1 実証試験の実施体制	16
5-2 役割分担	17
5-3 実証試験期間	20
5-4 実証試験項目	20
6. 実証試験結果及び考察	29
6-1 実証試験の経過状況	29
6-2 維持管理性能	36
6-3 室内環境	41
6-4 周辺環境への影響	41
6-5 処理性能	48
6-6 試験結果の全体的まとめ	60
7. 本装置導入に向けた留意点	64
7-1 設置条件に関する留意点	64
7-2 設計、運転・維持管理に関する留意点	65
8. 課題と期待	67
8-1 今後の課題	64
8-2 今後の期待	65

[付録]

主な実証項目の用語解説	69
-------------	----

[全体概要]

実証試験結果報告書の概要を示す。

し尿処理方式*	水不要 - 生物処理 - 木質等[そば殻]方式
実証機関	特定非営利活動法人 山のECHO
実証申請者	大央電設工業株式会社
処理方式/技術名	自動制御バイオ型・し尿分離処理システム

注 *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>発酵槽に投入されたし尿およびトイレトーパーは、攪拌スクリューで槽内のそば殻と適宜攪拌・混合され、好気性バクテリアを主体とした微生物により分解処理される。発酵槽内はヒーターによる温度管理がなされており、バクテリアの良好な活動を促している。</p> <p>トイレユニットにセパレート便器を採用し、排出された大便と小便が別系統で移送されることが特徴である。大便は直接発酵槽に投入されるが、小便は発酵槽に投入するラインと尿タンクに貯留するラインがあり、これらは発酵槽の状況に応じて自動で切り替わる。発酵槽には計量装置が設置されており、発酵槽の重量を計測することで槽内混合物の含水率等を判断している。発酵槽の重量が設定値を超過すると水分過多と判断し、小便は発酵槽へ投入されず、尿タンクに貯留するラインに自動で切り替わる。</p>
-------	--

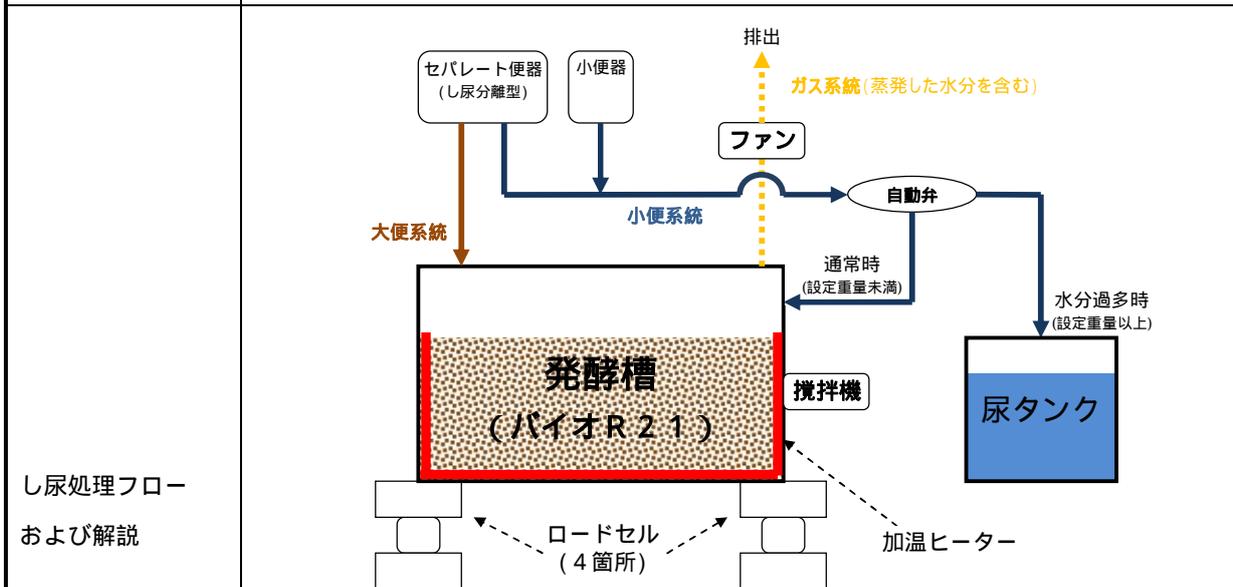


図1：し尿処理フロー

発酵槽：発酵槽にはそば殻を使用した菌床が充填されており、投入されたし尿およびトイレトーパーは好気性バクテリアにより発酵処理される。発酵槽には発酵状況を良好に保持するため、攪拌機や加温ヒーター等が設けられている。また、重量計(ロードセル)や温度計、タイマ等が設置されており、これら計装設備と連動した自動運転が可能である。

尿タンク：発酵槽内が水分過多(発酵槽重量が大)により、尿を発酵槽へ投入できない場合に尿を貯留する。

自動弁：発酵槽重量計(ロードセル)と連動し、尿の移送先(発酵槽または尿タンク)を自動で切り替える。

2. 実証試験の概要

実証試験場所の概要

設置場所	八ヶ岳中信高原国定公園霧ヶ峰車山肩
地域(山域等)名等	(山域名等: 霧ヶ峰)(山岳名等: 車山)(標高: 1,820m)
トイレ供用開始日(既設のみ)	(平成23年8月19日 *トイレを設置し使用し始めた日)
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)



発酵槽外観



発酵槽内

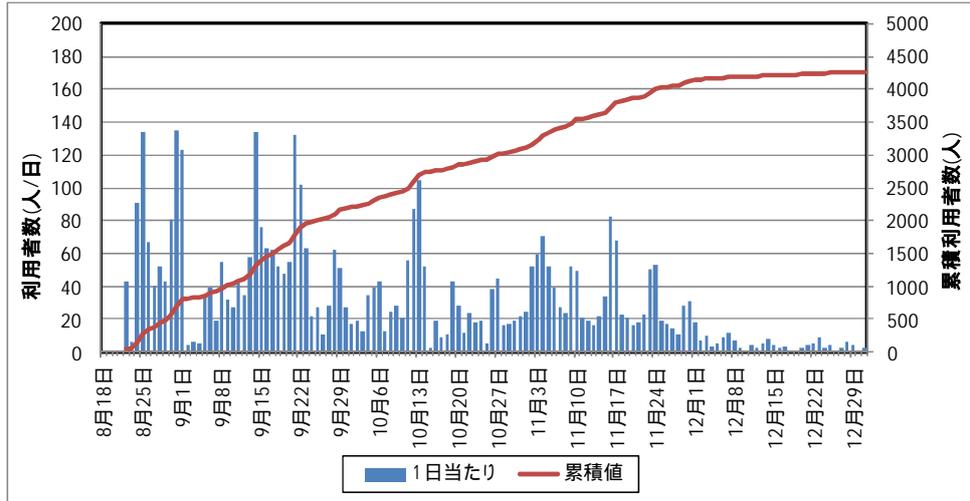
実証装置の仕様および処理能力

項目	仕様および処理能力	
装置名称	名称: バイオ R21-L 型 (型式: MDBR-MKY2-L-JSS-SBS-HWR-尿タンク 300L)	
設置面積	5.4 m ² (1800mm×3000mm)	
便器数	男(大: 洋1、小: 1)	
処理能力等 (設計・仕様)	利用人数	平常時: 120人回/日(利用集中時: 460人回/日)
	必要水量	初期水量: 0.02 m ³ (補充水量: なし)
	必要電力	消費電力量: 9.6 kWh/日
	必要燃料	種類: 不要 (使用量: -)
	必要資材	種類: バクテリア(パチルス株)(使用量: 初期に20kg)
	稼働可能な気温	-20 ~ 50
	専門管理頻度	2~3回/年 使用状況による
搬出が必要な 発生物	発生物の種類: 槽内菌床、尿 発生物の量と頻度: 菌床は約1回/5年に半分程度取り出す 尿は満水になったら搬出する 最終処分方法: 場外搬出	

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	試験期間：平成25年8月22日～平成25年12月31日(132日間) 越冬期間：なし
利用状況	利用者数合計：4,269人(132日間) 集中時：最高：135人/日、平均：69.2人/日(10日間) 平常時：平均：14.5人/日(49日間)
ペーパー	使用済みペーパーの取り扱い：(<input type="checkbox"/> 便槽投入) ・ 分別回収)
気象条件	気温(最高：32.1、最低：-13.4)、積雪(冬季あり)
使用水量	(初期水量：0.02 m ³ 、補充水量： 3回目試料採取時から4回目試料採取時にかけては、トイレ使用者の減少に伴い水分補充) (水の確保方法： <input type="checkbox"/> 上水・雨水・沢水・湧水・その他())
使用電力	設備内容：攪拌機、加温ヒーター、ファン、重量計(ロードセル)、温度計、 タイマー、照明等 使用量：8.7kWh/d 合計：1152.1kWh
搬送方法	燃料、発生物等の搬送手段(<input type="checkbox"/> 車、ヘリコプター、ブルドーザー、人力、その他()) 処理・処分方法(本実証試験期間中には、発生物の搬出・運搬はなかった)
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、トイレトペーパー等消耗品の補充、給水(雨水) タンクの確認及び必要に応じて水補充、その他 (作業量：1回あたりの作業1人30分、実施頻度：集中時は毎日、平常時は1～2回/週)
専門管理	内容：1. 全般的な点検事項(臭気の有無、設備破損等の有無、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. 装置の点検事項(発酵物の外観確認、臭気の有無、装置周辺の異常の有無) 3. 試料採取、臭気測定(検知管) (作業量：1回あたりの作業2人60分(試料採取含む)、実施頻度4回/実証期間)
トラブル	内容：本実証試験期間中において、トラブルは発生しなかった。 (対処方法： -)
維持管理の作業性	日常維持管理および専門維持管理ともに、作業は容易に実施できた。
マニュアルの信頼性	概ね基本事項や必要事項は記載されている。「開始・閉鎖時対応」及び「発生物の搬出及び処理・処分」については記載がほとんどなく、追記が望ましい。マニュアルの構成については、一部内容が分かりづらい部分も認められた。マニュアル構成の一部見直し、写真・図の利用等について検討することが望ましい。

利用者数および維持管理状況グラフ

実証装置の累積使用人数は4,269人で、単純平均すると1日当たりの使用人数は32.3人/日であった。平常時の処理能力(120人/日)を超えたのは延べ5日であり、最も利用が多かった実績は135

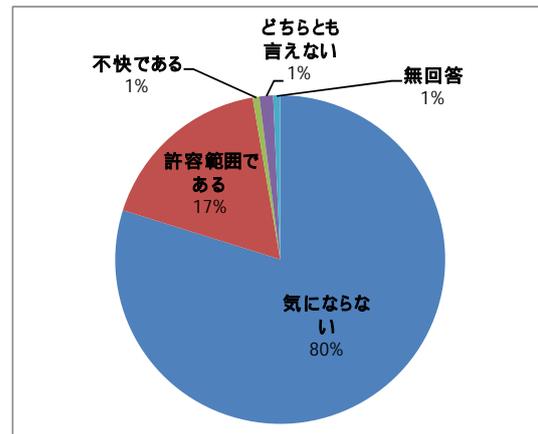


人/日であった。これらのピークは一時的なものであり、平常時の処理能力を超える状態が相当期間続くことはなかった。

室内環境

トイレ室内の臭気は、「気にならない」が80%で最も高い。「許容範囲である」(17%)と合わせると97%となっている。臭気はほとんどの利用者が不快と感じていないと言える。

有効回答149件のうち、63件からコメントが得られた。コメントのうち、40件(63%)が「大変よい」、「きれい」、「快適」、「臭わない」といった好意的な感想であった。一方、改善点の指摘で最も多かったのは「スイッチの位置」であり、8件の指摘があった。使用後に押すスイッチの位置が「分かりづらい」、「子供にとっては高い」といった指摘である。



処理性能

槽内攪拌を行うことで発酵槽温度が低下するという事象から判断しても、好気性発酵はそれほど進行していないと推測される。ただし、発酵槽混合物の含水率は82.1~86.0%であり、発酵条件としては高めであったが、比重は0.35~0.49と軽く、大きな団塊も認められず、通気性も良好な性状であった。これは、そば殻による効果と併せて発酵槽ヒーターによる乾燥効果によるものが大きいと考えられる。

トイレブース内の臭気については、硫化水素及びアンモニアともに検知管測定のレベルでは検出されなかった。

尿タンク液において、大腸菌類(糞便性大腸菌、大腸菌群数)は検出されず、大便の混入はなかったと思われる。本装置の大きな特徴である大小分離セパレート便器の効果とも考えられるが、実証装置は男子トイレであり、ほとんどは小便器から流入したものである可能性が高いことも考慮する必要がある。

コスト	
建設	総事業費 (6,060 千円)(~ の合計)
	本体工事費 (6,060 千円) 内、し尿処理システム一式 (3,000 千円 工事費除く) 運搬費等 (千円) 設置場所により別途見積り
	維持管理
初期設定値	合計 (173 千円)(~ の合計) /年 廃棄物処理費 (30 千円)内運搬費 (千円) 使用状況と設置場所による 燃料費 (63 千円)内運搬費 (千円) 使用状況と設置場所による 専門管理費 (15 千円) 霧ヶ峰における参考値 消耗品費 (40 千円)内運搬費 (千円) 使用状況と設置場所による トラブル対応費 (25 千円)内運搬費 (千円) 使用状況と設置場所による その他 (千円)(内容:)
4 . 本装置導入に向けた留意点	
設置条件に関する留意点	
<p>実証装置の発酵槽には加温ヒーターが設けられており、ある程度の環境(気温)条件には対応可能である。ただし、加温ヒーターに頼りすぎると、消費電力量も増加し、ランニングコストにも影響する。低気温環境で使用する場合には留意が必要である。通常稼動においては特に水を使用しないが、トイレの使用回数が極端に少ない場合等においては発酵槽混合物の水分調整(水分補給)が必要となる場合もある。さらに、累積使用人数の増加に伴い、尿タンク液や発酵槽混合物(一部入替のため)の外部搬出が予想される。</p>	
設計、運転・維持管理に関する留意点	
<p>専門管理については、本システム設置者(オーナー)のほとんどがメーカーとパフォーマンス契約を締結しており、機器メンテナンスを含めた専門管理はメーカーが行う事例が多いとのことである。事故や故障の発生時において迅速な対応を行うため、設置者、日常管理者、技術者、メーカー間等の連絡体制を明確にしておくことが重要である。</p>	
5 . 課題と期待	
<p>本実証試験においては、好気性発酵はほとんど進行しておらず、好気性発酵処理よりもヒーターによる乾燥処理の要素が大きいと推測された。ただし、このような状況においてもトイレの機能(し尿の衛生処理)としては十分得られており、運用に影響することはほとんどない</p> <p>発酵槽混合物は、比重も軽く通気性も良好な性状であり、好気性発酵が進行する可能性は認められる。発酵槽内で好気性発酵が良好に進行すれば、発酵熱による加温効果もあってヒーター稼動頻度の削減(電力消費量の削減)も期待できる。発酵促進策については今後の検討課題である</p> <p>本実証装置において外部搬出が必要となる発生残渣は、発酵槽混合物と尿タンク液である。搬出頻度はそれほど多くないが、搬出先や処分方法等については確立しておく必要がある。これらは廃棄物処理法に基づき適正処分する選択もあるが、肥料として農地利用する可能性も考えられる。その際には関係法令(肥料取締法等)に従い、別途検証する必要がある</p> <p>非水洗の乾式トイレであり、特に多量の水は必要としないため、水道設備が整備されていない地域でも適用が可能である</p>	

[参考情報]

このページに示された情報は、全て実証申請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	実証申請者記入欄			
名称 / 型式	バイオ R21-L 型 / MDBR-MKY2-L-JSS-SBS-HWR-尿タンク 300L			
し尿処理方式	生物処理方式 (好気性発酵分解処理)			
製造 (販売) 企業名	大央電設工業株式会社			
連絡先	TEL/FAX	TEL 0266-82-2233 FAX 0266-82-3200		
	WEB アドレス	http://www.daio.bio.co.jp		
	E-mail	office@daio.bio.co.jp		
サイズ・重量	全体 (建物含) W1800 * D3000 * H2800 重量 1.8t (発酵槽込) 発酵槽 (L 型) W690 * D1700 * H782 重量 0.26t (菌床無)			
設置に要する期間	2 日 (工口製作日数 1.5 ヶ月)			
製品寿命	10 ~ 15 年 (メンテナンス及び消耗品、外壁の材の場合は 5 年程度で塗装が必要)			
コスト概算 (円)	費目	単価	数量	計
イニシャルコスト	トイレ本体 (オプション含む)		1	6,060,000 円
	搬入・設置・試験調整		1	180,000 円
	基礎 (概算)		1	200,000 円
			合計	6,440,000 円
ランニングコスト	保守点検 (霧ヶ峰参考)		1	15,000 円
	電気料金 (/ 年)		1	63,000 円
			合計	78,000 円
<p>イニシャルコスト概算及びランニングコストの条件</p> <p>イニシャルコスト：使用平均回数はバイオトイレ L 型の場合、80 回 ~ 100 回 / 日。又、し尿分離システム併用の場合、タンク容量により、集中時対策可能。通常、搬入・設置はトラック (4t) にて行い、運搬費はイニシャルコストに含まれません。一次側電源別途 (建物内の電灯盤まで) 基礎工事は霧ヶ峰 (高冷地) でのコストです。</p> <p>ランニングコスト：保守点検は霧ヶ峰での算出です。(場所、台数により変更) 電気料金は使用頻度・外気等により変動があります。(1kw / 24 円)</p>				

その他メーカーからの情報

霧ヶ峰高原車山肩には上記機種が 3 基・バリアフリー 1 基・(バイオトイレは L 型 4 台) の集合です。5 月 ~ 11 月の間に 63,315 人の使用がありました。

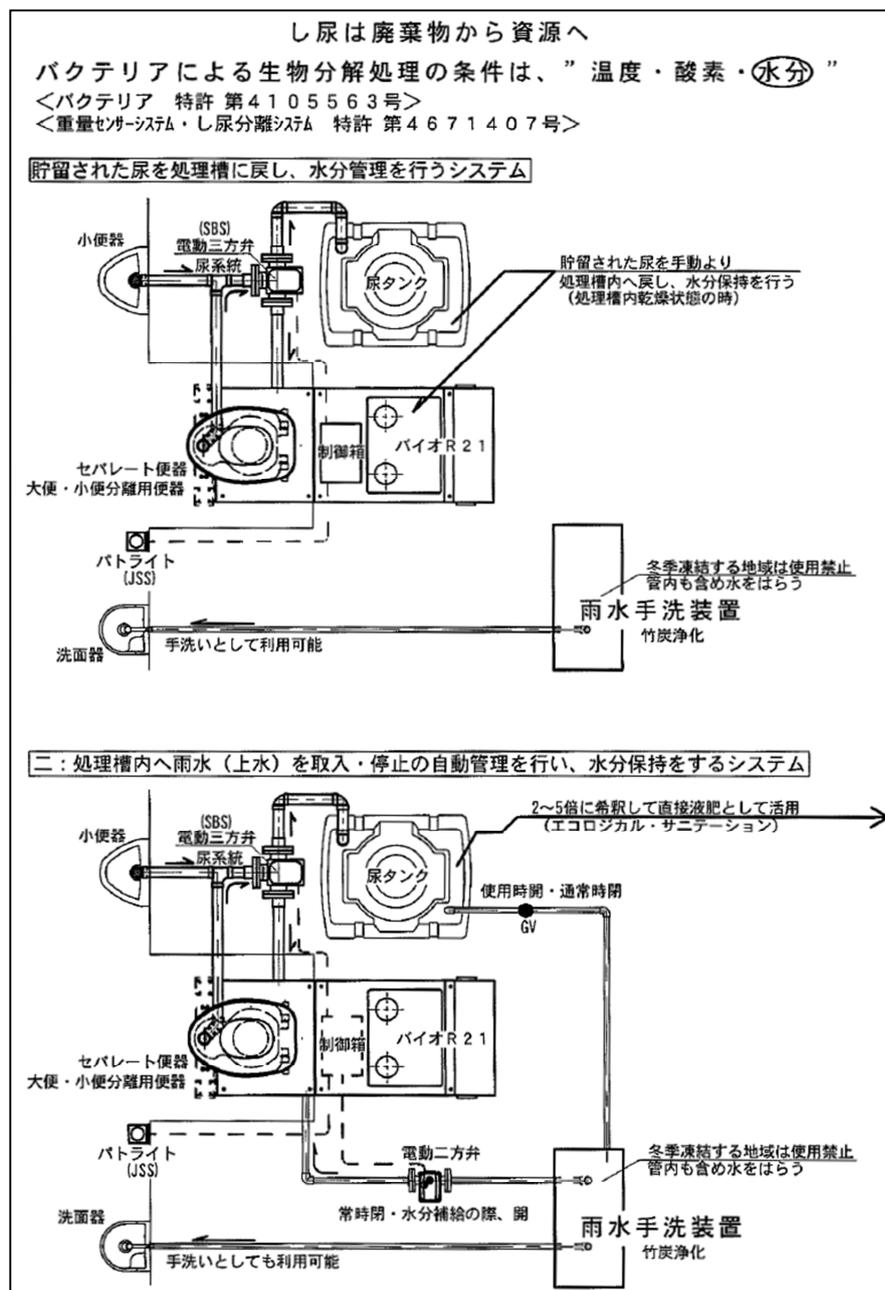
大便・トイレトーパー等は、大学 (信大農学部) との共同研究で発見したバクテリア (特許) を発酵槽に入れる事で悪臭を抑へ処理能力が向上、菌床にはバクテリアの住みやすいそば殻を使用しています。温度・酸素・水分のバランスは自動管理、セパレート便器より自動分離

(オーバー分のみ)した尿が約1.2トン尿タンクに分離・(貯留)しました。

各男子・女子・混合タンクより攪拌した尿1,5Lを採集し、尿中に含まれる植物栄養素、窒素・全リン・カリウムの計測を、一般社団法人長野県薬剤師会に依頼し、環境計量証明書がでました。平成26年5月以降に、尿を使用した有機野菜栽培の実証実験を、研究機関・大学・自治体・農家により計画しております。

「エコロジカル・サニテーション」

食べ物の元は植物が光合成により作ります。雨水等で希釈した尿中の資源を植物に循環する技術が、安全で環境にやさしい低コスト農業になります。山岳・災害時・避難場所・観光地・イベント等集中使用時に対応できる自動管理システムです。詳細はホームページに掲載しています。



1. 趣旨と目的

本実証試験は、自然地域トイレし尿処理技術のうち、既に実用化段階にある先進的な技術について、その環境保全効果を客観的に実証し、情報公開することにより、自然地域トイレし尿処理技術の実証手法・体制の確立をはかり、山岳地等の自然地域の環境に資する適正なトイレし尿処理技術の普及を促進し、環境保全と環境産業の発展を促すことを目的とする。

2. 実証試験の概要

実証試験の概要を表 2-1 に示す。

表 2-1 実証試験概要

項目	内容
実証試験期間	2013年(平成25年)8月22日～2014年(平成26年)1月31日
実証試験場所	八ヶ岳中信高原国定公園霧ヶ峰車山肩
実証機関	特定非営利活動法人山のECHO 〒105-0004 東京都港区新橋5-5-1 IMCビル新橋9F TEL 03-6809-1518 FAX 03-6809-1412
実証申請者	大央電設工業株式会社 〒391-0213 長野県茅野市豊平1872 TEL 011-398-8530 FAX 011-398-8531
実証対象装置 (し尿処理方式)	自動制御バイオ型し尿分離処理システム (水不要 - 生物処理 - 木質等[そば殻]方式)

3. 実証試験実施場所

3-1 実施場所の概要

実証試験の対象となるトイレは「八ヶ岳中信高原国定公園霧ヶ峰高原車山肩(長野県諏訪市)」に設置されているトイレで、既に供用を開始している。

霧ヶ峰は主峰車山(標高1,925m)を中心にして噴出したアスピーテ型火山で、東西10km、南北16kmの広がりを持ち、そのほとんどが草原で標高1,500m～1,700mにかけて緩やかな起伏が展開されている。気候は大陸性で夏の最高気温は25℃前後、南または南南西の上昇気流のために霧が発生することが多く、地名の由来ともなっている。

霧ヶ峰車山肩は県道40号線(ピーナスライン)にあり、諏訪市市街地からおよそ30kmの地点にある。周辺には駐車場、レストラン、ヒュッテ、売店等の施設があり、車山観光の拠点となるな場所である。シーズン中は非常に多くの観光客が訪れており、ピーク時には、駐車場待ちの渋滞も発生する。

トイレ名称	八ヶ岳中信高原国定公園霧ヶ峰車山肩公衆トイレ																																
所在地	長野県諏訪市																																
設置場所標高	1,820m																																
霧ヶ峰車山肩																																	
	車山肩駐車場 	公衆トイレ 																															
管理者	諏訪市役所																																
アクセス	車 <table border="1"> <tr> <td>中央自動車道</td> <td>→</td> <td>諏訪南 I C</td> <td>-----</td> <td>エコライン 国道152号 32km</td> <td>→</td> <td rowspan="3">車 山 高 原</td> </tr> <tr> <td>中央自動車道</td> <td>→</td> <td>諏訪 I C</td> <td>-----</td> <td>国道152号 ビーナスライン 28km</td> <td>→</td> </tr> <tr> <td>上信越自動車道</td> <td>→</td> <td>佐久 I C</td> <td>-----</td> <td>国道142号 県道40号 40km</td> <td>→</td> </tr> </table> 電車・バス <table border="1"> <tr> <td>中央本線：諏訪駅</td> <td>-----</td> <td>路線バス 60分</td> <td>→</td> <td rowspan="3">車 山 高 原</td> </tr> <tr> <td>中央本線：茅野駅</td> <td>-----</td> <td>路線バス 60分</td> <td>→</td> </tr> <tr> <td>長野新幹線：佐久平駅</td> <td>-----</td> <td>路線バス(白樺湖乗換) 80分</td> <td>→</td> </tr> </table>	中央自動車道	→	諏訪南 I C	-----	エコライン 国道152号 32km	→	車 山 高 原	中央自動車道	→	諏訪 I C	-----	国道152号 ビーナスライン 28km	→	上信越自動車道	→	佐久 I C	-----	国道142号 県道40号 40km	→	中央本線：諏訪駅	-----	路線バス 60分	→	車 山 高 原	中央本線：茅野駅	-----	路線バス 60分	→	長野新幹線：佐久平駅	-----	路線バス(白樺湖乗換) 80分	→
中央自動車道	→	諏訪南 I C	-----	エコライン 国道152号 32km	→	車 山 高 原																											
中央自動車道	→	諏訪 I C	-----	国道152号 ビーナスライン 28km	→																												
上信越自動車道	→	佐久 I C	-----	国道142号 県道40号 40km	→																												
中央本線：諏訪駅	-----	路線バス 60分	→	車 山 高 原																													
中央本線：茅野駅	-----	路線バス 60分	→																														
長野新幹線：佐久平駅	-----	路線バス(白樺湖乗換) 80分	→																														

3-2 実施場所の諸条件

実証試験実施場所の最寄り気象観測所(諏訪気象観測所)における平成24年度の各気象データは表3-2-1及び図3-2-1、3-2-2に示すとおりである。

表 3-2-1 平成 24 年度気象データ(諏訪気象観測所)

平成		気 温			降 雨 量				
		平均値			最高値	最低値	月合計	日最高	時間最高
		日平均 ()	日最高 ()	日最低 ()					
24年	4月	9.7	15.3	5.0	26.9	-4.8	81.0	26.0	9.0
	5月	14.6	20.2	9.6	25.0	2.7	107.5	26.5	10.0
	6月	18.9	24.1	15.1	28.3	12.4	135.5	38.0	13.5
	7月	23.5	28.2	20.1	33.4	17.3	270.5	52.0	31.5
	8月	24.8	30.5	20.6	32.7	17.1	110.5	35.0	31.5
	9月	21.3	26.5	17.4	30.2	9.5	113.0	33.0	16.0
	10月	13.4	18.5	9.0	24.1	3.9	82.0	40.0	10.0
	11月	6.1	11.2	1.5	17.2	-3.2	74.5	38.0	9.5
	12月	0.4	4.8	-3.8	11.1	-9.4	48.5	20.5	4.5
25年	1月	-2.5	2.4	-6.9	7.1	-12.3	41.5	27.5	5.0
	2月	-1.6	3.2	-6.3	10.7	-14.4	69.0	19.5	4.5
	3月	5.7	12.6	-0.2	19.2	-6.6	54.0	16.5	7.5
	平均値	11.2	16.5	6.8	22.2	1.0	99.0	31.0	12.7
	最高値	24.8	30.5	20.6	33.4	17.3	270.5	52.0	31.5
	最低値	-2.5	2.4	-6.9	7.1	-14.4	41.5	16.5	4.5
	合計量	-	-	-	-	-	1,187.5	-	-

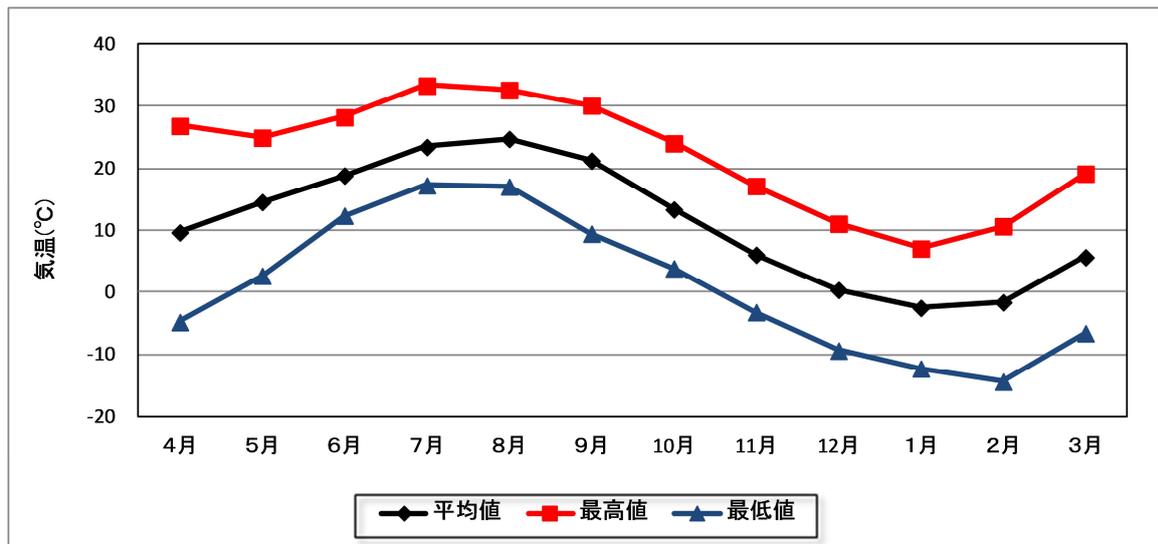


図 3-2-1 諏訪気象観測所気温データ(平成 24 年度)

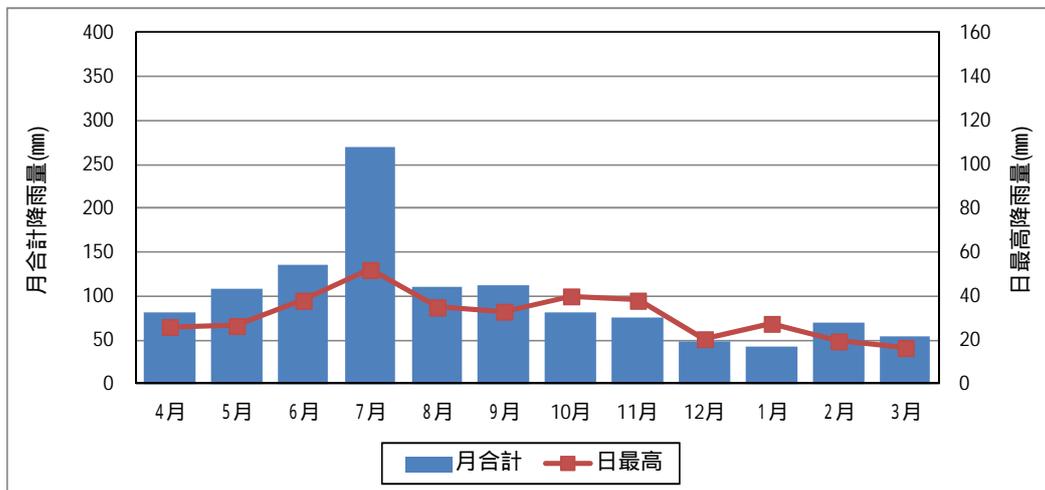


図 3-2-2 諏訪気象観測所降雨量データ(平成 24 年度)

4 . 実証装置の概要

4-1 実証技術の特徴と処理フロー

(1) 実証対象となる技術の概要

実証対象となる「水不要 - 生物処理 - 木質等方式」は、発酵槽内における通気性の向上や水分調整、微生物の定着等を目的とした発酵副資材の中に汚水・汚物を投入し、攪拌及び送気を行うことで好気性微生物による汚濁物質の分解(好気性発酵)を期待するものである。副資材としては、オガクズやチップ等の木質系資材を使用する場合が多い。

本技術の装置には副資材を充填した発酵槽が設置されており、ここでし尿等の分解処理が行われる。発酵槽の維持管理においては、好気性微生物を良好な状態に保持するため、し尿・副資材混合物の通気性を確保することは非常に重要である。よって、水分過多や水分の偏在等で通気性が失われた場合には処理悪化の要因となるため、これらを防止するための攪拌(空気供給等含む)技術が重要な要素となっている。

エネルギー要求については発酵槽内の攪拌(空気供給等含む)装置の動力が必要である。さらに、水分調整や温度調整等のために加温を行う場合にはそれらの熱源が必要となる。また、状況によっては臭気対策が必要となる場合があり、その際にはファン等の動力が必要となる。

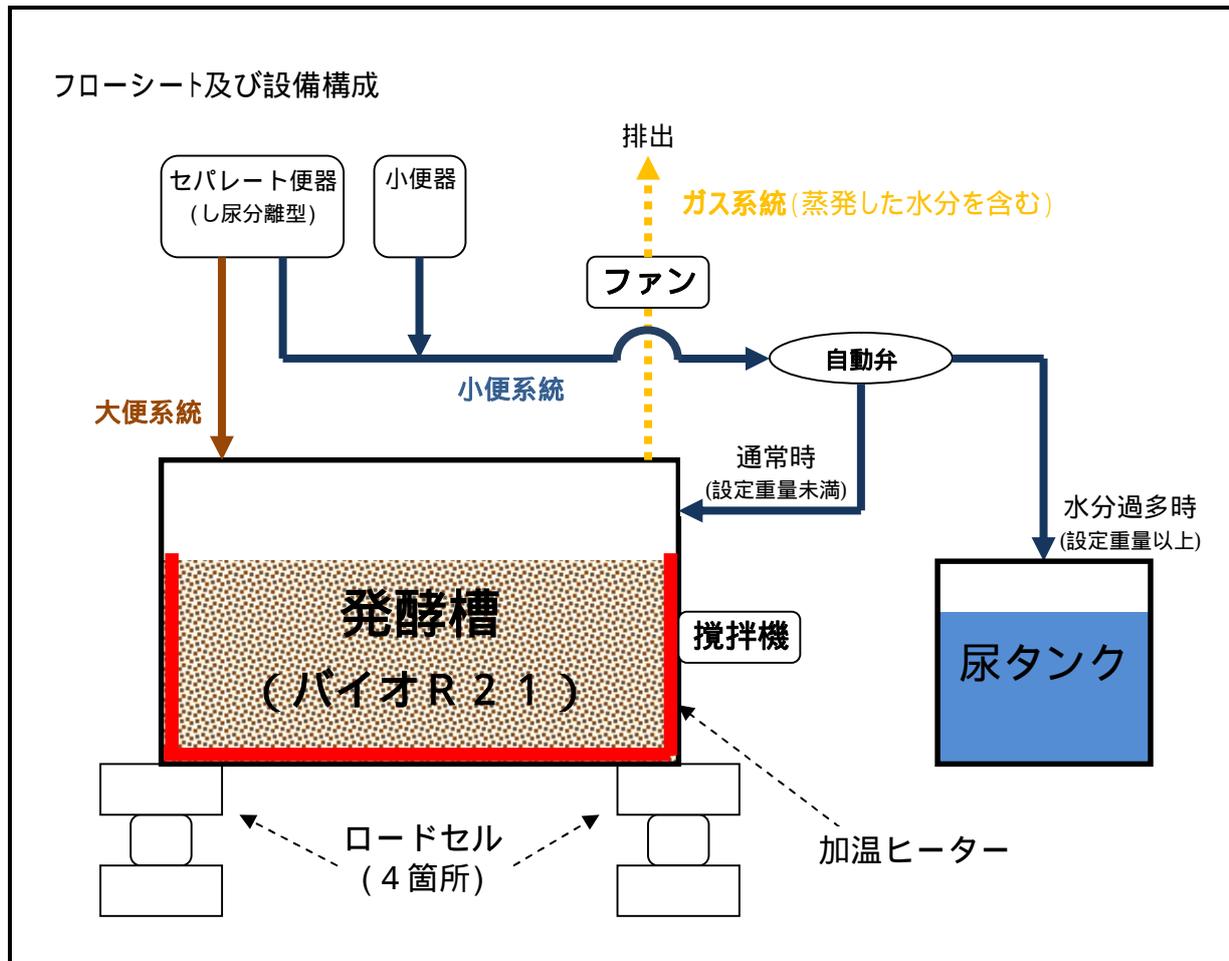
(2) 実証対象技術の特徴

本技術は、 トイレユニット、 発酵槽、 尿タンク、 で構成されている。発酵槽に投入されたし尿は、好気性バクテリアを主体とした微生物により分解処理される。本技術は、発酵のための副資材としてそば殻を使用している。発酵槽に設置している攪拌スクリーでし尿・副資材混合物を適宜攪拌し、空気(酸素)の供給を行うほか、通気性の確保を図っている。また、発酵槽内はヒーター(遠赤外線方式)による温度管理がなされており、バクテリアの良好な活動を促している。発酵槽の攪拌及びヒーターの運転は使用者によるボタン操作、及びタイマや温度計と連動した自動制御である。

本技術は、トイレユニットにセパレート便器を採用し、排出された大便と小便が別系統で移送されることが特徴である。大便については直接発酵槽に投入されるが、小便について発酵槽に投入するラインと尿タンクに貯留するラインがあり、これらは発酵槽の状況に応じて自動で切り替わる。発酵槽には計量装置(ロードセル)が設置されており、発酵槽(槽内の混合物)の重量を計測することで槽内混合物の状況(含水率等)を判断している。発酵槽の重量が設定値を超過すると水分過多と判断し、小便は発酵槽へ投入されず、尿タンクに貯留するラインに自動で切り替わる。

4-2 実証装置の仕様

本実証装置の仕様について、概略フローシート及び設備構成を図 4-2-1 に、**実証対象装置の概要**を図 4-2-2 に、技術仕様を表 4-2-1 に示す。



設備名	設備の役割・目的・仕様等
発酵槽	発酵槽にはそば殻を使用した菌床が充填されており、投入されたし尿を好気性バクテリアにより発酵処理させる。発酵槽には発酵状況を良好に保持するため、攪拌機や加温ヒーター等が設けられている。また、重量計(ロードセル)や温度計、タイマ等が設置されており、これら計装設備と連動した自動運転が可能である。 《設備仕様》 発酵槽 : SUS304(耐熱塗料+STシート) 攪拌機 : スクリュー式 加温ヒーター : PTC面状発熱体
尿タンク	発酵槽内が水分過多(発酵槽重量が大)により、尿を発酵槽へ投入できない場合に尿を貯留する。
自動弁	発酵槽重量計(ロードセル)と連動し、尿の移送先(発酵槽または尿タンク)を自動で切り替える。
ファン	発酵槽内で臭気(蒸発した水分を含む)を排出する。

図 4-2-1 概略フローシート及び設備構成

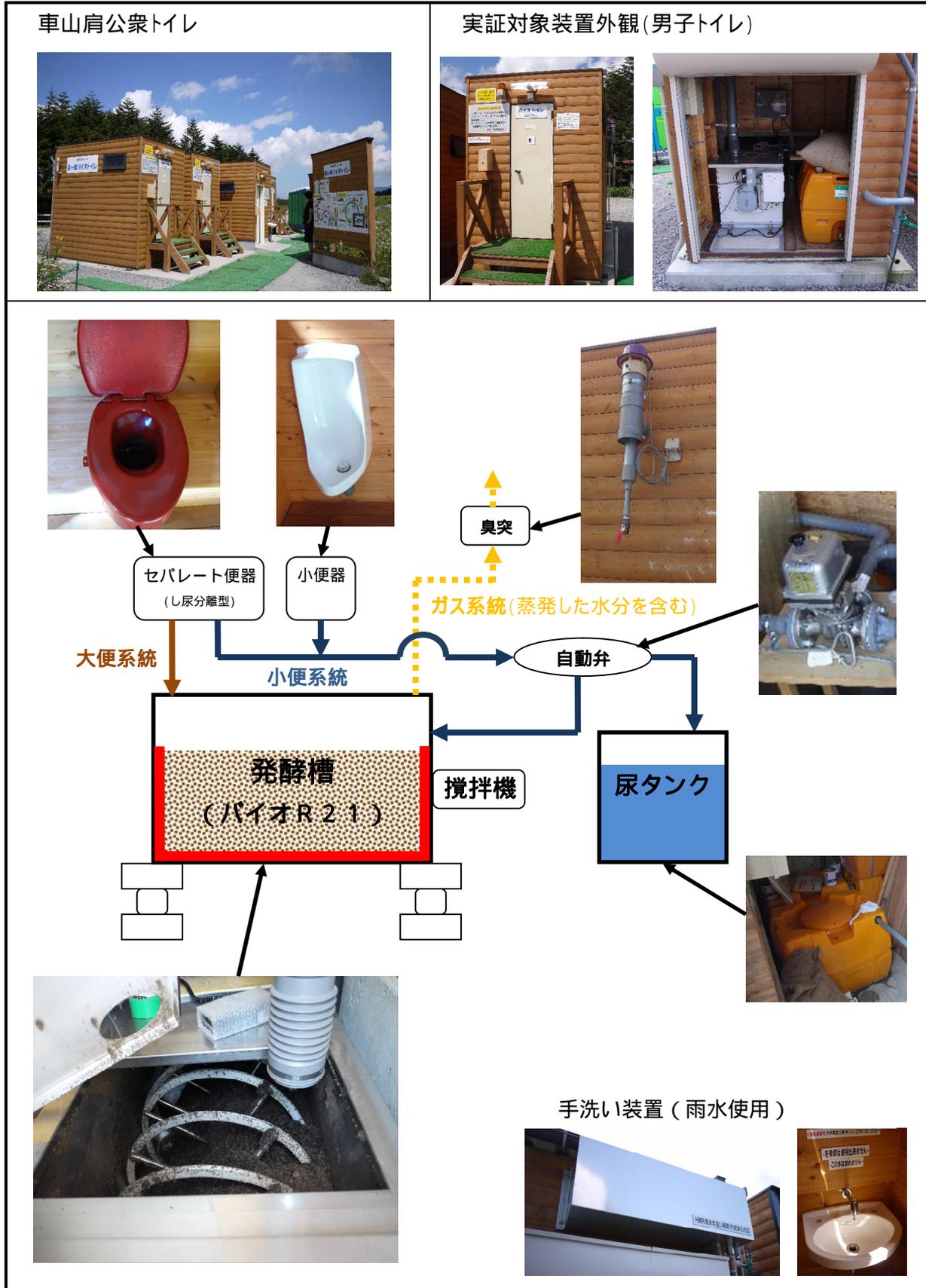


図 4-2-2 実証対象装置の概要

表 4-2-1 実証装置の技術仕様

企業名		大央電設工業株式会社
技術名・装置名称		自動制御バイオ型し尿分離処理システム
し尿処理方式		水不要 - 生物処理 - 木質等(そば殻)方式
		<table border="1"> <tr> <td>特色</td> <td>有機物・油成分が分解できる好気性バクテリアを初期投入し、し尿等を好気性分解する。各種計装設備等を設置し、連動運転することで良好な発酵状況の保持を容易としている。</td> </tr> </table>
特色	有機物・油成分が分解できる好気性バクテリアを初期投入し、し尿等を好気性分解する。各種計装設備等を設置し、連動運転することで良好な発酵状況の保持を容易としている。	
製造企業名		大央電設工業株式会社
連絡先	住所	〒391-0213 長野県茅野市豊平1872
	担当者	町田 喜義
	連絡先	TEL:0266-82-2233 FAX:0266-82-3200
	E-mail	machida@daio.bio.co.jp
本体価格(円)		5,650,000 [建物一式及びオプション込みの定価格]
設置条件	水	初期水:0.02t、補充水量:不要
	電気	必要:9.6kWh/日
	道路	必要:資材の補充、尿の搬出時等に使用
稼働条件	使用燃料	不要
	使用資材	バクテリア(バチルス属5株・特許):20kg/初期投入 そば殻:5kg/月
	温度	適正稼働が可能な気温:-20~50
装置タイプ		トイレと処理装置一体型
サイズ		建物 : W1,800mm × D3,000mm × H2,800mm 処理槽 : W690mm × D1,700mm × H812mm
重量		建物(処理槽):2.2t(0.3t)
処理能力	処理人数	平常時 : 120人・回/日(24~30L/日) 利用集中時:460人・回/日(92~115L/日)
	排出原単位	0.25L/回
	処理水質	蒸発散が主体
最終処分	処理槽内菌床	約5年に1回、半分程度を取り出し、新たに菌床(そば殻)を追加投入する。取り出した菌床は場外搬出する。
	尿タンク	満水となったら場外搬出する。
保証期間		1年(保険対応による保証も可能)
償却期間		15年(法定対応年数)
ランニングコスト		3,000~5,000円/月(尿の搬出経費等は別途)
納入実績		265ヶ所(設置事例非公開箇所を含む)

4-3 実証装置の設置・建設方法

本実証装置は、実証申請者である大央電設工業株式会社が 2011 年 9 月に設置した。

4-4 実証装置の運転・維持管理方法

本実証装置に関する日常維持管理とトラブル対応は諏訪市（維持管理者）が、また専門維持管理は特定非営利活動法人山の E C H O 及び一般財団法人日本環境衛生センターが行った。

4-5 実証装置の条件設定

表 4-5-1 設備条件及び利用条件

竣 工		2011 年 9 月	
インフラ条件	給水	上水	なし
		雨水	雨水タンク
	電源		商用電源
	道路		県道 40 号（ビーナスライン）
使用条件	利用形態		非水洗
	使用期間		5 ~ 11 月（一部トイレは通年使用）
	ピーク時等の利用制限		特にないが、発酵槽が設定重量（100kg）以上になるとパトランプが点灯（使用停止）
	トイレットペーパー		発酵槽に投入 （バクテリア分解処理・特許）

5. 実証試験方法

試験の体制や調査の方法について、水不要 - 生物処理 - 木質等[そば殻]方式実証試験計画（平成25年8月）より抜粋し、以下に示した。

5-1 実証試験の実施体制

自然地域トイレし尿処理技術分野における実証試験実施体制を図 5-1-1 に示す。また、技術実証検討員を表 5-1-1、参加組織連絡先を表 5-1-2 に示す。

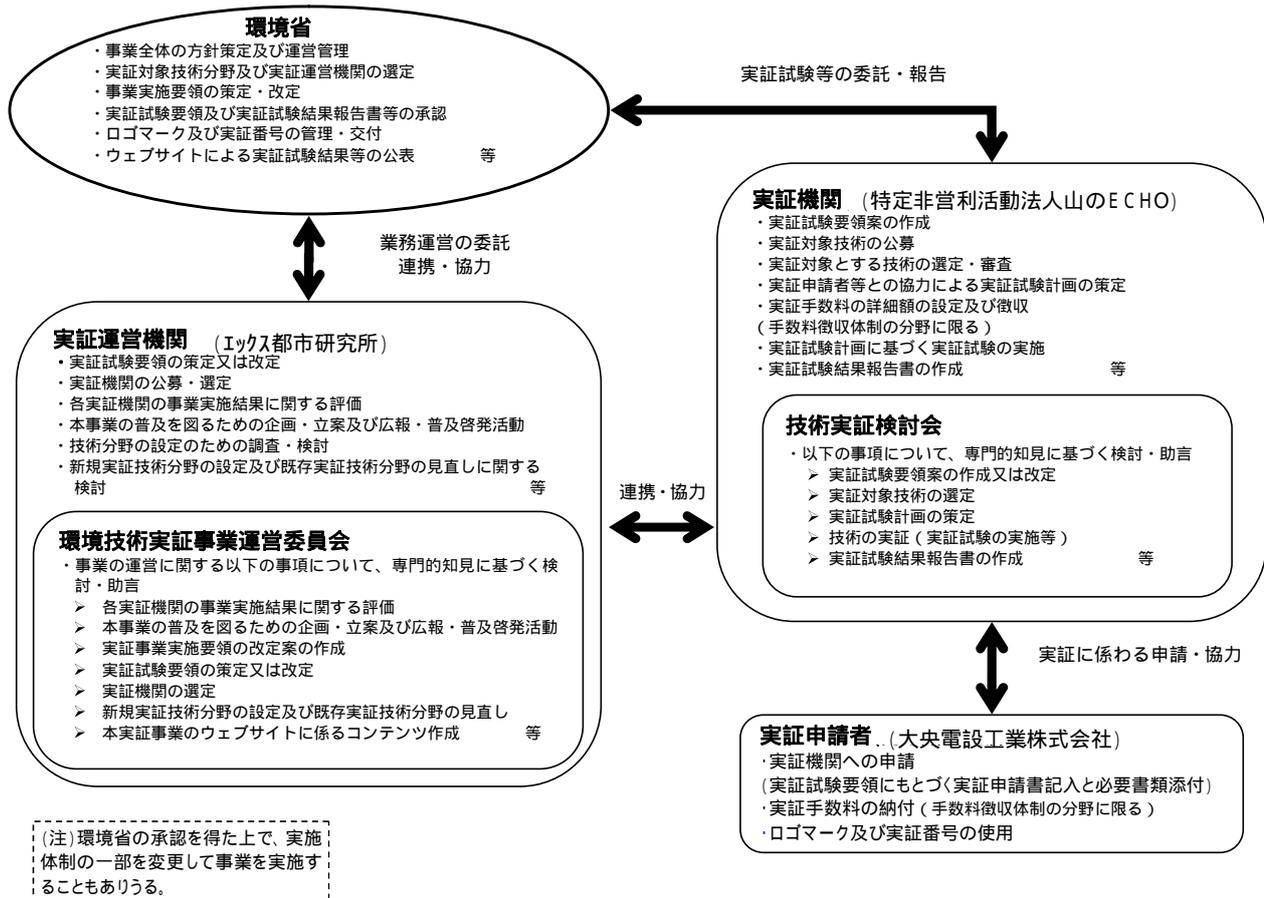


図 5-1-1 実施体制図

表 5-1-1 技術実証検討員

名前	所属・肩書き
相野谷 誠志	株式会社蒼設備設計 設備設計部 課長
荒井 洋幸	山梨県観光部 観光資源課 課長
岡城 孝雄	公益財団法人日本環境整備教育センター 企画情報グループ グループリーダー
河村 清史	前・埼玉大学大学院理工学研究科教授
木村 茂雄	神奈川工科大学機械工学科 教授
桜井 敏郎	公益社団法人神奈川県生活水保全協会 公益理事
穂苅 康治	槍ヶ岳観光株式会社 代表取締役

(50音順 敬称略)

表 5-1-2 参加組織連絡先

実証機関	特定非営利活動法人山のECHO
	〒105-0004 東京都港区新橋 5-5-1 IMC ビル新橋 9F TEL 03-6809-1518 FAX 03-6809-1412 平澤 恵介 / 加藤 篤 E-mail k_hirasawa@yama-echo.org a_kato@yama-echo.org
試料採取・分析	一般財団法人 日本環境衛生センター
	〒210-0828 神奈川県川崎市川崎区四谷上町 11-15 TEL 044-287-3251 FAX 044-287-3255 岡崎 貴之 E-Mail okazaki@jesc.or.jp
運転・維持管理	諏訪市経済部 観光課
	〒392-8511 長野県諏訪市高島 1-22-35 TEL 0266-52-4141 (代表)
実証申請者	大央電設工業株式会社
	〒391-0213 長野県茅野市豊平 1872 TEL 0266-82-2233 FAX 0266-82-3200 町田 喜義 E-mail machida@daobio.co.jp

5-2 役割分担

本試験実施に関する役割分担（実証試験要領第 10 版に準拠）を以下に示す。

（１）環境省

- 環境技術実証事業全体の方針策定及び運営管理を行う。
- 方針策定、運営管理及び実証手法・体制の確立に向けた総合的な検討を行う。
- 実証対象技術分野を選定する。
- 環境技術実証事業実施要領を策定・改定する。
- 実証運営機関を選定する。
- 実証試験要領を承認する。
- 実証機関の選定結果を承認する。
- 実証試験結果報告書を承認する。
- 環境技術実証事業ロゴマーク及び実証番号を管理し、実証済み技術に交付する。
- ウェブサイトを通じて、実証試験結果等関連情報を公表する。
- 実証試験方法の技術開発を行う。

（２）実証運営機関（株式会社エックス都市研究所）

実証試験要領を策定又は改定し、環境省の承認を得る。

実証機関を公募・選定し、環境省の承認を得る。

各実証機関の事業実施結果（実証試験結果報告書を含む）に関する評価を行う。

本事業の普及を図るための企画・立案及び広報・普及啓発活動を実施する。

技術分野の設定のための調査・検討を行う。

実証事業実施要領の改定案を作成する。

新規実証技術分野の設定及び既存実証技術分野の見直しに関する検討を行う。

ロゴマーク及び実証番号の交付事務を補佐する。

必要に応じて、環境省の同意を得て、実証試験方法の技術開発を行う。

環境技術実証事業運営委員会を設置・運営する。

事業の円滑な推進のために必要な調査等を実施する。

（３）環境技術実証事業運営委員会

実証対象技術に関し、公正中立な立場から議論を行う。

実証運営機関が行う実証事業の運営に関する以下の事項について、

専門的知見に基づき検討・助言を行う。

- 各実証機関の事業実施結果（実証試験結果報告書を含む）に関する評価
- 本事業の普及を図るための企画・立案及び広報・普及啓発活動
- 実証事業実施要領の改定案の作成
- 実証試験要領の策定又は改定
- 実証機関の選定
- 新規実証技術分野の設定及び既存実証技術分野の見直し
- 本実証事業のウェブサイトに係るコンテンツ作成等
- その他事業の運営に係る事項

（４）実証機関（特定非営利活動法人山のECHO）

実証試験要領案を作成する。

企業等から実証対象技術を公募する。

実証対象とする技術の選定を行う。

実証申請者等との協力により、実証試験計画を策定する。

実証手数料の詳細額を設定し、徴収する。

実証試験計画に基づき、実証試験を実施する。

実証試験結果報告書を作成し、環境省に報告する。

ロゴマーク及び実証番号の交付事務を行う。

技術実証検討会を設置・運営する。

（５）技術実証検討会

実証機関が行う事務のうち、実証試験要領案の作成又は改定、実証対象とする技術の選定、実証試験計画の策定、技術の実証（実証試験の実施等）、実証試験結果報告書の作成等について、専門的知見に基づき検討・助言を行う。

当該分野に関する専門的知見に基づき実証事業運営委員会を補佐する。

(6) 実証申請者(大央電設工業株式会社)

実証試験計画の策定にあたり、実証機関に必要な情報を提供する等、実証機関に協力する。
実証対象製品を準備する。また、その他実証に必要な比較対象技術の情報等を実証機関に提供する。

実証対象製品の運搬、施工、撤去等が必要な場合は、実証申請者の費用負担及び責任で行うものとする。

実証機関の要請に基づき、必要に応じ、試験作業の一部を実施する。また、その場合、実証試験計画書通りに試験が進められていることを示す、または試験に使用したデータを全て実証機関に提出する等、実証機関の要請に対して協力する。

実証対象技術に関する既存の性能データを用意する。

実証試験結果報告書の作成において、実証機関に協力する。

(7) 日常的な運転・維持管理者(諏訪市)

実証試験期間中の運転・維持管理は、実証申請者が作成する「日常管理者への取扱説明書」をもとに実施する。施設管理者に、日常的に把握すべき稼働条件・状況や維持管理性能に関するデータ調査の協力を依頼することができる。

その場合、実証データの信頼性・中立性を保持するために、施設管理者はトラブル等の異常時を除いて、実証申請者に連絡を取る場合はすべて実証機関を介することとする。

実証機関は、異常が発生した際には速やかに実証申請者に連絡をとり、実証申請者の示した定常運転状態に復帰させるように対処する。不測の事態の際には、実証機関は実証申請者とともに対応する。

(8) 専門的な運転・維持管理者(一般財団法人 日本環境衛生センター)

実証試験期間中、適正に運転・維持管理するための定期的な保守点検、汚泥の引き抜き等の清掃は、実証申請者が作成する「専門管理者への維持管理要領書」をもとに実証機関が行う。専門的な運転・維持管理は、し尿処理に精通し、これら作業に慣れた組織・担当者が担当することとする。実証機関は必要に応じて、本業務を外部に委託することができる。

実証申請者は、運転及び維持管理内容について、実際に作業する人と十分打合せを行い、作業方法を指導する必要がある。

5-3 実証試験期間

本実証試験の専門管理、試料採取スケジュールを表 5-3-1 に示す。

表 5-3-1 専門管理、試料採取スケジュール

時期	専門管理、試料採取	
第 1 回	2013 年	8 月 22 日 (木) 実証開始日
第 2 回	2013 年	10 月 1 日 (火) 実証開始から 40 日目
第 3 回	2013 年	11 月 12 日 (火) 実証開始から 82 日目
第 4 回	2013 年	12 月 17 日 (火) 実証開始から 117 日目

5-4 実証試験項目

表 5-4-1 実証視点と調査者

実証視点	調査者
(1) 稼働条件・状況	山の ECHO 日本環境衛生センター
(2) 維持管理性能	
(3) 室内環境	
(4) 周辺環境影響	
(5) 処理性能	

5-4-1 稼働条件・状況

対象技術となる装置が適正に稼働するための前提条件として想定される項目を表 5-4-1-1 に示す。
 実証データの算定にあたっては、日常管理者が把握するデータを基礎とする。

表 5-4-1-1 稼働条件・状況実証に関する項目の測定方法と頻度

分類項目	実証項目	測定方法	頻度	調査者
処理能力	トイレ利用人数	利用者カウンターを設置して測定(表 5-4 参照)	1 回/日 (定時)	山の ECHO 日本環境衛生センター 諏訪市(維持管理者)
水	初期水量 (m ³)	装置を稼働させるために必要な水量(初期水量)を記録	始動時	
	補充水量 (m ³)	補充時毎に水量を記録(原則不要)	補充時	
電力	消費電力量	電力計指示値を記録	1 回/日(定時)	
資材(そば殻)	資材使用量	資材補充量を記録	補充時	
気温等	気温 湿度 大気圧	自動計測器を設置して測定(表 5-5 参照)	1 回/時	
天気	設置場所の天気	天気を記録	1 回/日 (定時)	

(1) 使用人数

使用人数は、各トイレブース入口に設けられた利用者カウンターで計測し求めた。利用者カウンターの設置状況を表 5-4-1-1 に示す。

表 5-4-1-1 利用者数計測装置

利用者カウンター	a. 名称	汎用カウンター
	b. 検出方法	ドア開閉によるスイッチ入力
	c. 表示形式	0 ~ 99999 : ドア開閉のダブルカウント
	d. 電源	なし
		

(2) 室内温度、外気温、湿度、大気圧

室内温度、外気温、湿度、大気圧は、自動計測器を設置して測定・記録した。自動計測器の仕様を表 5-4-1-2、5-4-1-3 に示す。

表 5-4-1-2 温度・湿度・大気圧記録計

株式会社ティアンドディ		
	a. 名称	温度・湿度・大気圧データロガー
	b. 型式	TR - 73U
	c. チャンネル	温度、湿度、大気圧各1チャンネル
	d. 測定範囲	温度 : -10 ~ 60 (内蔵センサ) 湿度 : 0 ~ 50 ・ 10 ~ 95%RH(付属センサ) 大気圧: 750 ~ 1,100hPa(内蔵センサ)
	e. 測定表示	温度 : 0.1 単位 湿度 : 1%RH 大気圧: 0.1hPa
	f. 測定精度	温度: 平均±0.3
	g. 動作環境	温度: -10 ~ 60 湿度: 90%RH以下(結露しないこと)
	h. 記録容量	8,000データ×3チャンネル
	i. 記録間隔	1・2・5・10・15・20・30秒 / 1・2・5・10・15・20・30・60分から選択
	j. 寸法・重量	55(高)×78(巾)×18(厚)mm、62g(電池含む)
	k. 使用電池	単3アルカリ電池×1本
	l. 電池寿命	約10ヶ月

表 5-4-1-3 温度記録計

株式会社ティアンドディ		
	a. 名称	温度データロガー(防水タイプ)
	b. 型式	TR - 52S
	c. チャンネル	1チャンネル
	d. 測定範囲	-60 ~ 155 (外付けセンサ)
	e. 測定表示	0.1 単位
	f. 測定精度	平均±0.3
	g. 動作環境	温度: -40 ~ 80
	h. 記録容量	16,000データ×1チャンネル
	i. 記録間隔	1・2・5・10・15・20・30秒 / 1・2・5・10・15・20・30・60分から選択
	j. 寸法・重量	62(高)×47(巾)×19(厚)mm、55g(電池含む)
	k. 使用電池	リチウム電池(ER3VM)×1本
l. 電池寿命	4年(最長)	

5-4-2 維持管理性能

実証申請者が提出する日常管理者用の取扱説明書及び専門管理者用の維持管理要領書に沿って運転・管理を行い、管理作業全般について、その実施状況、実施の難易性、作業性、作業量等を総括的に判断し、報告書の作成を行うものとする。維持管理性能実証項目の記録方法及び頻度を表 5-4-2-1 に示す。

表 5-4-2-1 維持管理性能に関する実証項目の記録方法及び頻度

分類項目	実証項目	記録方法	頻度	調査者
日常管理全般	作業内容 所要人員 所要時間 作業性等	日常管理チェックシートに記録	1回/日	山の ECHO 諏訪市(維持管理者)
専門管理全般		専門管理チェックシートに記録	現地調査時	山の ECHO 日本環境衛生センター
トラブル対応		トラブル対応チェックシートに記録	発生時	山の ECHO 日本環境衛生センター 諏訪市(維持管理者)
残渣の搬出及び処理処分		残渣処理・処分チェックシートに記録	搬出時	山の ECHO 諏訪市(維持管理者)
信頼性	マニュアルの正確性等	マニュアルチェックシートに記録	試験終了時	山の ECHO 日本環境衛生センター 諏訪市(維持管理者)

5-4-3 室内環境

トイレを使用する利用者にとって、トイレブース内の空間が快適であることを実証する。また、実証試験期間中には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・操作性に関する許容範囲を把握する。利用者室内環境に関する実証項目を表 5-4-3-1 に示す。

表 5-4-3-1 室内環境に関する実証項目

実証項目	方法	頻度	調査者
温度	自動計測器を設置して測定 (表 5-4-1-2 参照)	1回/時	日本環境衛生センター
臭気・換気	建屋内の臭気(調査者の感覚)、換気状況を記録	現地調査時	
許容範囲	利用者へのアンケート調査[資料2]を実施 調査項目 快適性(室内の明るさ、臭い等) 操作性(使い勝手等) 回答者の性別、年代 自由意見、その他	合計50人以上 (サンプル数)	山の ECHO 諏訪市(維持管理者)

5-4-4 実証装置の設置における周辺環境への影響

対象技術は非放流式であるが、設置に伴う土地改変状況等周辺環境に何らかの影響を与える可能性も否定できない。そのため、本技術運用に伴う土地改変状況等についてチェックを行う。

表 5-4-4-1 実証装置の設置における周辺環境への影響に関する実証項目

分類項目	実証項目	方法	頻度	調査者
土地改変状況	設置面積、地形の変更、伐採、土工量等	施工図面及び現場調査状況により判断	1回/調査期間	山のECHO 日本環境衛生センター

5-4-5 処理性能

処理性能は、各単位装置が適正に稼働しているかをみる「稼働状況」、処理が適正に進んでいるかをみる「処理状況」、運転に伴って何がどれだけ発生したかをみる「発生物状況」等に分けられる。これらの処理性能を実証するため、発酵物の分析、現地測定、現地調査(発生物調査等)を行う。

(1) 試料採取場所

試料採取場所について表 5-4-5-1、処理性能に関する実証項目について表 5-4-5-2 に示す。

表 5-4-5-1 試料採取場所

分類項目	分析・測定対象	採取場所・測定場所
試料採取	発酵混合物(分析)	試料 : 発酵槽
	尿タンク液(分析)	試料 : 尿タンク
現場測定	発酵混合物(温度、pH)	測定 : 発酵槽
	排ガス(臭気)	測定 : 便器内 測定 : 臭突

表 5-4-5-2 処理性能に関する実証項目

分類項目	実証項目	調査・分析方法	実施場所 ¹
1. 単位装置の稼働状況	-	構造・機能説明書、維持管理要領書をもとに確認(専門管理シートに記入)	F
		維持管理者へのヒアリング	F
2. 発酵混合物	混合・攪拌状態	目視確認	F
	色	下水試験方法第2編第1章第4節	F
	臭気	下水試験方法第2編第1章第7節	F
	温度	携帯用測定器で計測	F
	pH	携帯用測定器で計測	F
	pH	JIS K 0102 12	L
	単位体積重量	下水試験方法第5編第1章第4節	L
	蒸発残留物及び含水率	下水試験方法第5編第1章第6節	L
	強熱減量	下水試験方法第5編第1章第8節	L
	全有機炭素(TOC) ²	JIS K 0102 22	L
	塩化物イオン(Cl ⁻) ²	JIS K 0102 35	L
	電気伝導率(EC) ²	JIS K 0102 13	L
	浮遊物質(SS) ²	下水試験方法第2編第1章第12節	L
	全窒素(T-N) ²	下水試験方法第2編第1章第29節	L
	アンモニア性窒素(NH ₄ -N) ²	下水試験方法第2編第1章第25節	L
	亜硝酸性窒素(NO ₂ -N) ²	下水試験方法第2編第1章第26節	L
	硝酸性窒素(NO ₃ -N) ²	下水試験方法第2編第1章第27節	L
	大腸菌 ²	MMO-MUG法(特定酸素基質法)	L
	大腸菌群数 ²	下水試験方法第6編第4章第2節	L
	3. 尿タンク液	pH	JIS K 0102 12
全有機炭素(TOC) ²		JIS K 0102 22	L
塩化物イオン(Cl ⁻) ²		JIS K 0102 35	L
全窒素(T-N) ²		下水試験方法第2編第1章第29節	L
アンモニア性窒素(NH ₄ -N) ²		下水試験方法第2編第1章第25節	L
大腸菌 ²		MMO-MUG法(特定酸素基質法)	L
大腸菌群数 ²	下水試験方法第6編第4章第2節	L	
4. 排ガス(臭気)	アンモニア	下水試験方法第1編第5章第14節	F
	硫化水素	下水試験方法第1編第5章第14節	F

1: 実施場所記載欄の、F (Field) は現地測定、L (Laboratory) は試験室分析を表す。

2: 溶出液について測定する。

(2) 試料採取スケジュール及び採取方法

1) 試料採取者

環境計量証明事業所、または、それと同等の品質管理が確保できる機関が担当する。試料採取、現地測定及び稼動状況調査等に当たっては、装置の構造及び機能を理解し、試料採取に関する知識を有する担当者が行う。

2) 試料採取頻度、体制

処理性能の実証にあたっては、調査期間を集中時と平常時等に分類し、以下の4つの視点で処理性能を把握する。

視点1：平常時の比較的負荷が高くない場合の処理性能を調査する。

視点2：集中時における負荷が高い場合の処理性能を調査する。

視点3：集中時を終えたあとの処理性能を調査する。

視点4：1シーズン稼動後の状況を調査する。

よって試料を採取(現地測定及び調査を含む)する頻度は、平常時、集中時(2回)、トイレ休止前の計4回を原則とする。集中時とは設置場所において、1年間で最もトイレ利用者が多いと見込まれる期間を指し、8月と10月を想定している。

試料採取は表5-4-5-3で示したとおりとし、可能な限り定刻に行う。集中時についても測定時間は平常時と同様とする。いずれも、最終決定は気象状況や処理状況等を踏まえて判断する。

表 5-4-5-3 試料採取

稼動条件	採取時期
集中時	平成25年8月22日、 10月1日
平常時(集中時後)	平成25年11月17日
トイレ休止後	平成25年12月17日

3) 試料採取方法

(a) 発酵槽混合物

発酵槽混合物は以下の手順にて採取する。

発酵槽内を約30秒攪拌後、点検口からひしゃく等を用いて表層の4～5箇所から槽内混合物をバケツに取る。この際、トイレトーパーや糞塊等が混入してもそのまま採取する。

上記の操作を3回繰り返す。

バケツに採取した混合物を十分攪拌混合し、密閉容器に1L程度採取する。

採取した混合物は、重量を測定する。

(b) 排ガス

排ガス(臭気)は、便器内(発酵槽投入部付近)及び臭突先端開口部分において、検知管法により直接測定する。

4) 試料の保存方法

保冷容器輸送(保冷剤入り)後、冷暗所(冷蔵庫等)にて保存する。

5) 検液の作成方法

採取した発酵槽混合物は以下に示す方法で分析のための検液を作成する。

採取した発酵槽混合物を500mLメスシリンダーで300mL(蓄積物が少量の場合は500mL)計量し、重量を測定して単位体積当たりの重量を算出する。なお、発酵槽混合物をメスシリンダーに採取する際は、高さ2cmから繰り返し落とすなど、シリンダーに振動を与えながら密になるように入れる。ただし、発酵混合物は押しつけない。

上記の発酵槽混合物を2Lのビーカーに入れ、1.5Lの蒸留水を加えて、ガラス棒で5分間攪拌し、溶出させる。

発酵槽混合物と溶出液を分け、発酵槽混合物は再び1.5Lの蒸留水で上記の溶出操作を繰り返す、溶出液は合わせる。この操作を2回繰り返す。

溶出操作に使用したビーカー、メスシリンダー等を1.5Lの蒸留水で洗い、溶出液に合わせる。最後に、発酵槽混合物の水分は絞り落とし、溶出液と合わせる。溶出操作に要した蒸留水は6Lとなる。

上記の溶出液を検水とする。また、水分を絞った発酵槽混合物は含水率を測定しておく。

6) 試料採取時の記録事項

試料採取時の記録事項については、JIS K 0094「6. 採取時の記録事項」を参考に、以下の項目を記録する。

試料の名称及び試料番号

採取場所の名称及び採取位置(表層または、採取深度等)

採取年月日、時刻

採取者の氏名

採取時の試料温度

その他、採取時の状況、特記事項等

7) 処理性能に関する調査の分類

対象技術となる装置の稼動状況を確認するための項目について表5-4-5-5に示す。水の保有状況については検水槽の液位を参考とし、実証期間中における最高水位を測定する。

表 5-4-5-4 稼働状況確認のための測定項目

分類項目	実証項目	測定方法	頻度	調査者
尿の分離状況	尿タンク貯留量	尿タンク液位を計測	1回/日 (定時)	諏訪市(維持管理)
発酵槽の 発酵状況	発酵槽の重量	発酵槽重量を記録	1回/日 (定時)	諏訪市(維持管理)
発酵槽温度	発酵槽温度	自動計測器を設置して測定 (表 5-4-1-3 参照)	1回/時	山のECHO 日本環境衛生センター

6 . 実証試験結果及び考察

6-1 実証試験の経過状況

実証試験における、実証試験の全体スケジュールを図 6-1-1、本装置の運転状況についてを表 6-1-1 に示す。実証試験実施期間は平成 25 年 8 月 22 日（計測機器の設置及び第 1 回現場調査）から平成 25 年 12 月 31 日までである。

車山肩の公衆トイレは凍結等が発生し始める 11 月末頃をもって、男子用トイレ（実証装置）以外 は閉鎖するのが通例であるが、本年は例年と比較して気温低下時期が早まったこともあり、11 月 12 日をもってトイレの閉鎖措置を行った。ただし、男子用トイレは例年どおり、11 月 12 日以降も引き続き開放した。

年月	平成25年							平成26年			
	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	
区分	平常時	集中時	平常時	集中時	平常時	冬期閉鎖（一部トイレは稼動）					
山の ECHO 日本環境衛生センター			機材設置 現地調査 試料採取	現地調査 試料採取	現地調査 試料採取	現地調査 試料採取					
			試料分析	試料分析	試料分析	試料分析					
			調査結果・分析結果の解析、報告書作成								
技術実証検討会 現地確認	第 1 回	第 2 回		第 3 回 現地確認		第 4 回				第 5 回	
維持管理者			設備運転・維持管理								
			日常管理チェックシートに記録								
			トラブル対応チェックシートに記録（発生時）								

図 6-1-1 実証事業の全体スケジュール

表 6-1-1 運転状況

日時	作業内容等
2013/4/20	平成 25 年度シーズン使用開始
8/22	実証試験開始、計測機器(温度計)設置及び計測開始 第 1 回現場調査：試料採取、臭気測定、設備チェック
9/17	そば殻補給（実証装置 20 kg）
10/1	検討会（現地調査） 第 2 回現場調査：試料採取、臭気測定、設備チェック

11/12	平成 25 年度シーズン終了 (トイレ閉鎖 : 実証装置のみ稼動) 第 3 回現場調査 : 試料採取、臭気測定、設備チェック
12/17	第 4 回現場調査 : 試料採取、臭気測定、設備チェック
12/31	実証試験終了

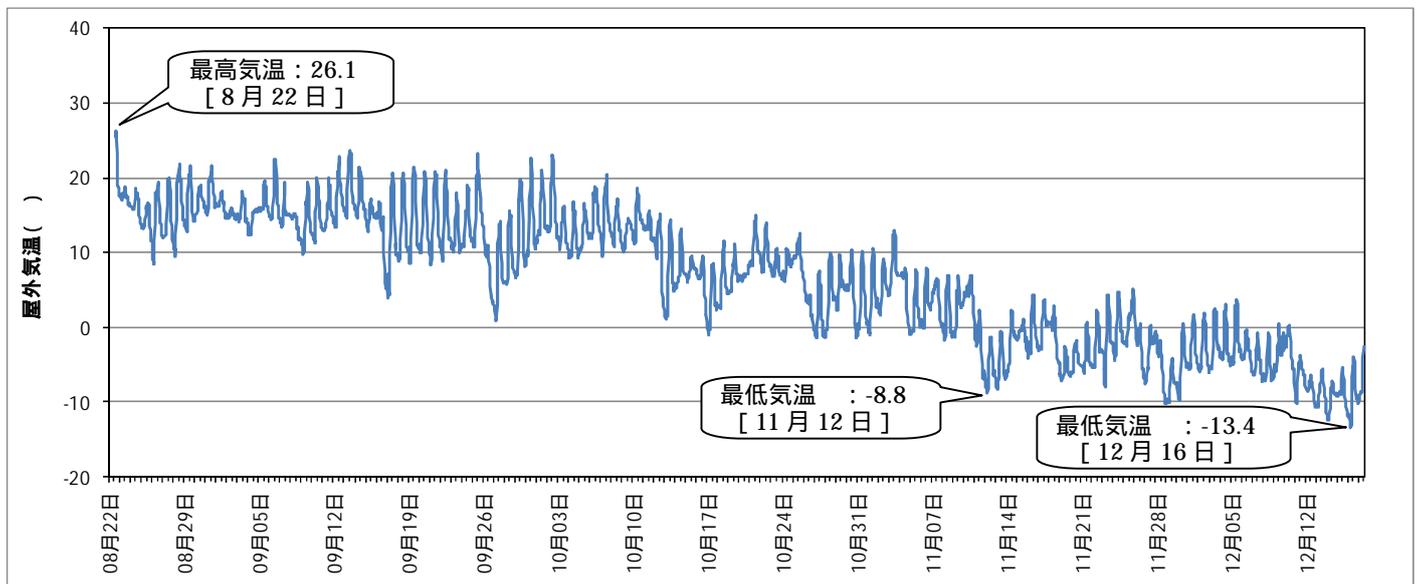
6-1-1 気温、利用者数、電力量等

(1) 外気温、湿度、大気圧

実証試験期間 (外気温等については、温度計が第 4 回現地調査時に雪で埋まっていたため、当日で計測を終了した) におけるトイレ屋外の気温、湿度、大気圧の測定結果は図 6-1-1-1 ~ 6-1-1-2 に示す。

実証試験期間における最高気温は 32.1、最低気温は -13.4 であった。ただし、この最低気温はシーズンオフ時 (冬期閉鎖時) の数値であり、シーズン期間中 (~ 11/12) における最低気温は -8.8 である。

なお、参考として、実証試験期間における諏訪气象台 (北緯 36 度 02.7 分、東経 138 度 06.5 分、標高 760.1m) の月ごとの気温、降水量、湿度を表 6-1-1-1 及び図 6-1-1-4 に示す。データは気象庁ホームページ気象統計情報 (<http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html>) から引用した。



最低気温 : シーズン期間(8/22 ~ 11/12)における最低気温
 最低気温 : 実証試験期間(8/22 ~ 12/17)における最低気温

図 6-1-1-1 実証対象トイレ設置場所における気温

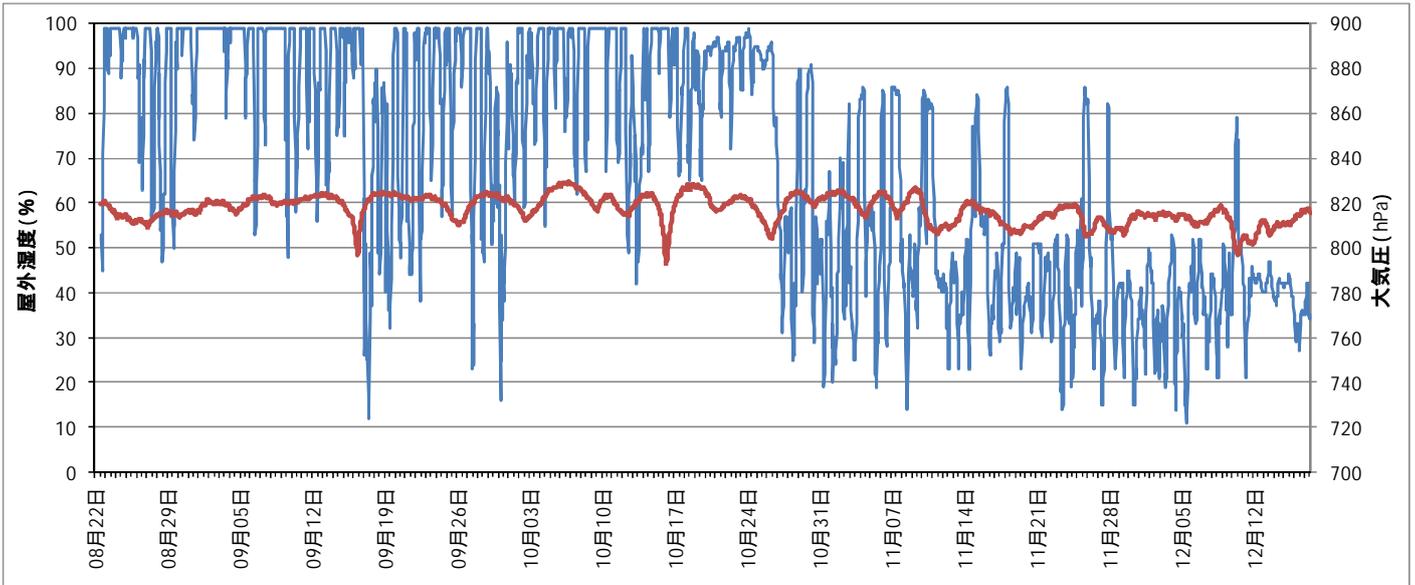


図 6-1-1-2 実証対象トイレ設置場所における湿度及び大気圧

表 6-1-1-1 諏訪气象台における降水量・気温データ

	降水量		気温				
	合計 (mm/月)	時間最大 (mm/時)	平均			最高 ()	最低 ()
			日平均 ()	日最高 ()	日最低 ()		
2013/ 8月	206.5	74.5	24.7	27.8	20.4	34.4	15.6
2013/ 9月	206.5	27.5	19.9	24.2	14.4	30.2	8.0
2013/10月	146.5	8.5	15.2	21.7	8.8	26.8	2.9
2013/11月	55.0	5.0	6.6	12.7	1.6	18.0	-3.3
2013/12月	36.0	5.0	1.0	5.1	-3.1	11.0	-8.3

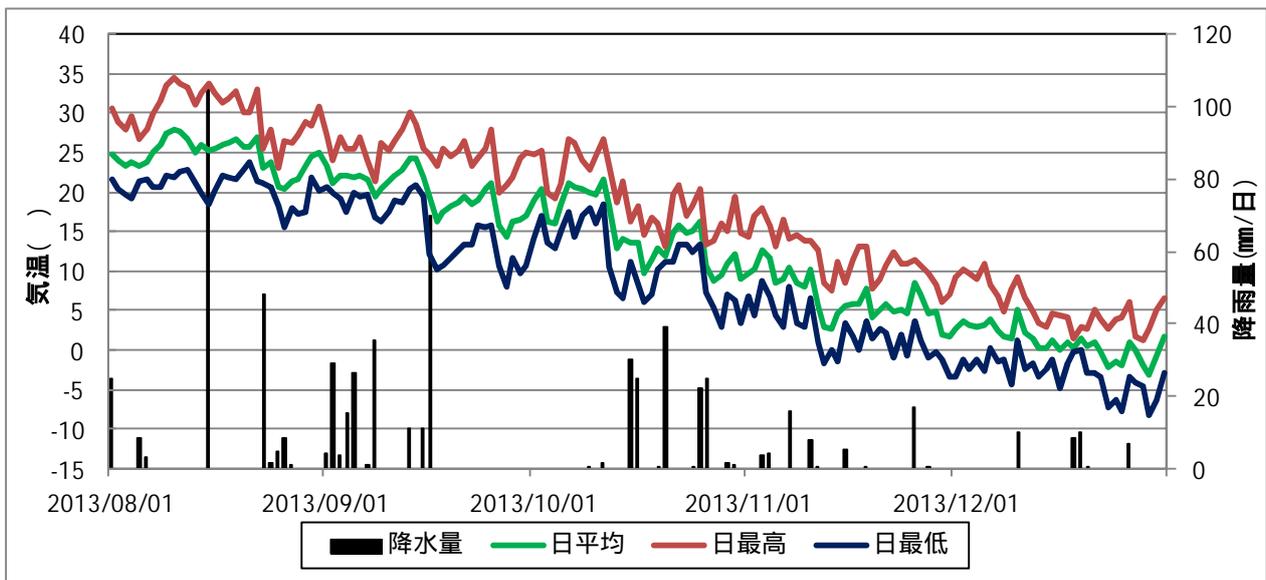


図 6-1-1-3 諏訪气象台における降水量・気温データ

(2) 消費電力量

実証試験期間における消費電力量について図 6-1-1-5 に示す。シーズン期間(11/12 まで)は実証装置を含む 4 基のトイレ全てが稼動しており、合計電力消費量を按分することで実証装置の電力消費量を算出した。11/12 以降については実証装置(男子トイレ)を除いて閉鎖したため、実証装置単独の電力消費量である。

実証試験期間(8/22 ~ 12/31)における実証装置の電力消費量(1日あたり)は平均で 8.7kWh/日、最大で 10.0kWh/日、最小は 7.1kWh/日であった。また、シーズン期間外(11/13 ~ 12/31)を除外して集計すると、平均は 9.2kWh/日、最大は 10.0kWh/日、最小は 8.3kWh/日であった。利用状況の変化(ピーク時/平常時)や気温変化等にそれほど大きく影響されていない。なお、実証試験期間(8/22 ~ 12/31)における実証装置の累積電力使用量を集計すると、1,152.1kWh であった。この間の利用者数は 4,269 人であり、利用者 1 人当たりの電力消費量は 270Wh/人である。

シーズン中の電力消費量はトイレ 4 基の合計量を按分して算出したが、これはすべてのトイレが同様の処理条件及び処理機能であると仮定している。しかし、実証装置である男子トイレは他のトイレと比較して、し尿のうち尿の割合が多い、回転が速い(1人あたりの使用時間が短い)ため利用者数も多めとなる、紙を使用するケースが少なく発酵槽混合物の含水率が高くなる、といった傾向がある。このように、実証装置は他のトイレと比較して発酵には不利な処理条件となる傾向があり、発酵が進まずヒーターの稼動頻度が増加するなどの影響で、他のトイレと比較して電力消費量が多めであることも推察される。

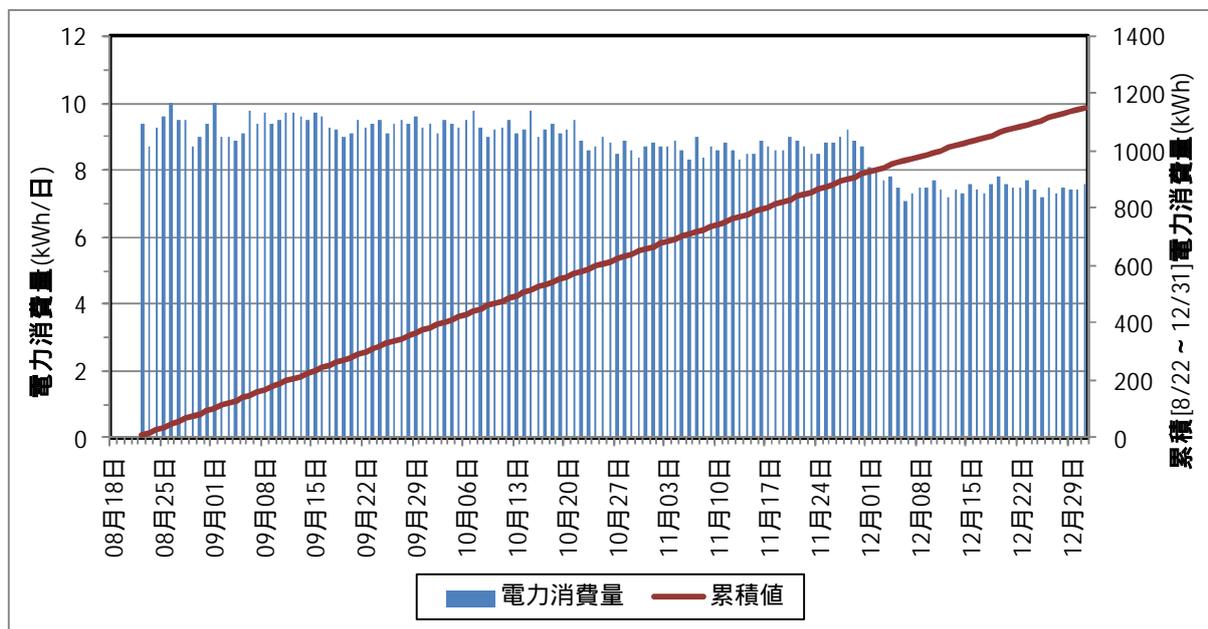


図 6-1-1-4 消費電力量

(3) 使用人数

実証試験期間(8/22 ~ 12/31)における実証装置の使用人数及び累積使用人数の推移を表 6-1-1-2 ~ 6-1-1-3 及び図 6-1-1-6 に示す。また、参考として、諏訪市より提供された平成 25 年度の利用者数データ(4/1 ~ 7/29: 週 1 回の頻度で計測されたものである)も使用し、平成 25 年度における実証装置の利用状況についてまとめたものを図 6-1-1-7 に示す。

利用者のピークは週末毎にある程度規則正しく確認されている。中でも一般的に行楽シーズンといわれる夏休み、9月後半、連休時等に比較的大きなピークが認められる。

1日当たりの平均使用人数は32.3人/日であった。なお、利用ピーク時を夏休み期間(8/22~8/31)と、9月後半(9/15~9/30)に設定し、平均使用人数をそれぞれ集計すると、ピーク[その1]は69.2人/日(夏休み期間) 55.1人/日(9月後半)となった。

実証試験期間において、平常時の処理能力(120人/日)を超えたのは延べ5日であった。このうち、最も多く使用されたのは135人/日(8月30日)であった。これらのピークは一時的なものであり、平常時の処理能力を超える状態が相当期間継続することはなかった。また、これらピークはあくまで実証試験期間における結果であり、実証試験期間以外にも利用ピーク時があることに留意する必要がある。

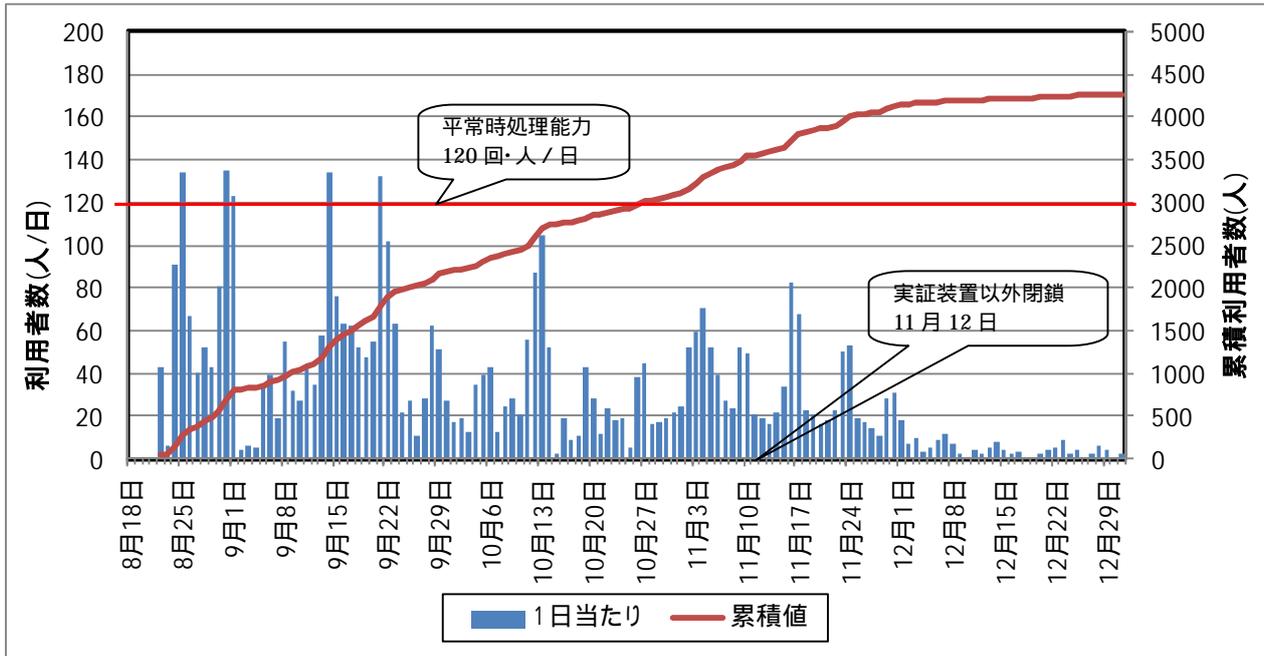
実証試験期間における累積使用人数は4,269人であった。また、平成25年度当初から実証試験開始時までは、少なくとも7,975人(7/29時点)の利用実績があり、平成25年度当初からの累積使用人数は12,244人である。

表 6-1-1-2 実証装置における日平均使用人数

区分	該当期間	日数 (日)	使用人数 (人)	1日平均使用人数 (人/日)
実証期間全体	25. 8.22 ~ 25.12.31	132	4,269	32.3
シーズン全体	25.8.22 ~ 25.11.12	83	3,559	42.9
ピーク[その1]	25. 8.22 ~ 25.8.31	10	692	69.2
ピーク[その2]	25. 9.15 ~ 25.9.30	16	881	55.1
冬期(シーズンオフ)	25. 11.13 ~ 25.12.31	49	710	14.5

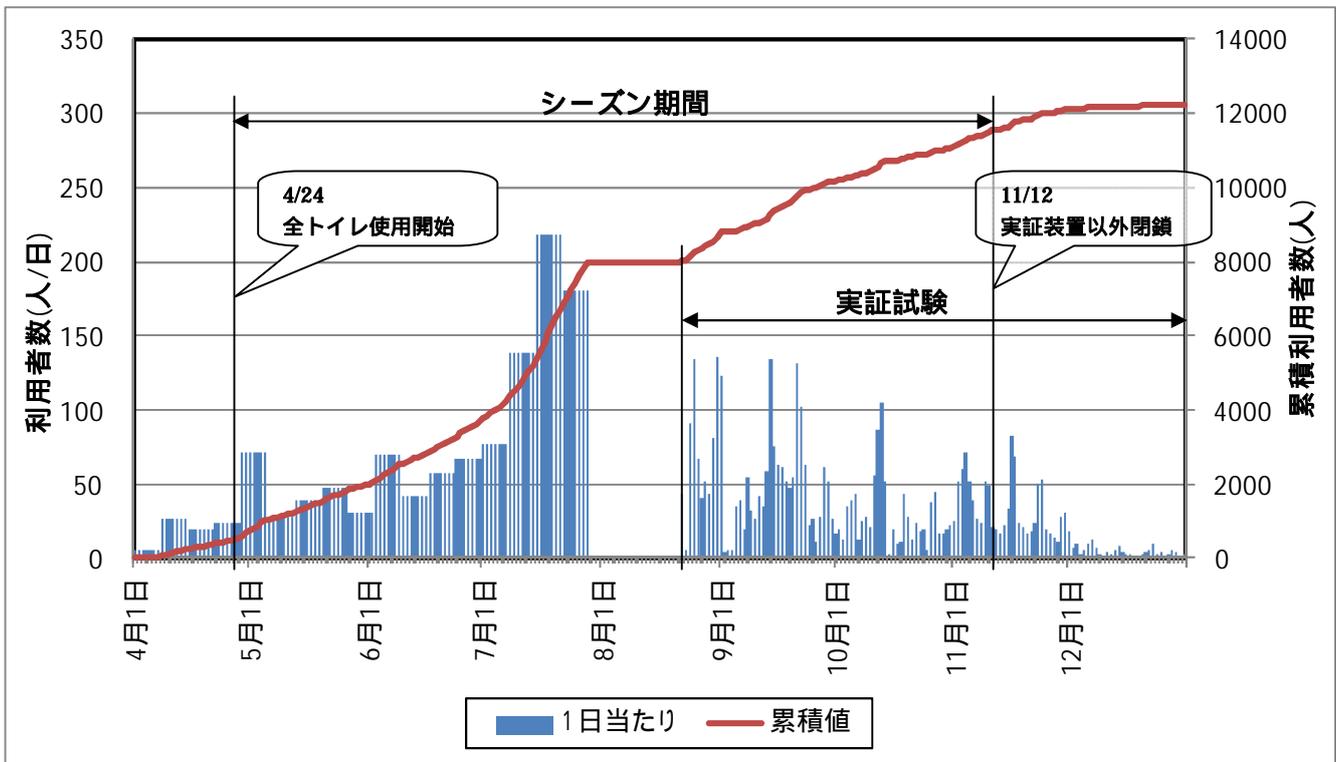
表 6-1-1-2 試料採取日前日までの使用人数

区分	採取日	稼働日数 (日)		累積使用人数 (人)		1日平均使用人数 (人/日)	
		実証期間 (8/22~)	平成25年度 (4/1~)	実証期間 (8/22~)	平成25年度 (4/1~)	実証期間 (8/22~)	平成25年度 (4/1~)
第1回試料採取	25. 8.22	0	142	0	7,975	-	56.2
第2回試料採取	25.10. 1	40	182	2,187	10,162	54.7	55.8
第3回試料採取	25.11.12	82	224	3,559	11,534	43.4	51.5
第4回試料採取	25.12.17	117	259	4,224	12,199	36.1	47.1



丸数字は試料採取を示す

図 6-1-1-5 実証期間における使用人数の推移



4/1~7/28のデータは諏訪市提供。週1回の計測であり、1日当たりの使用人数は週平均値。
 7/29~8/21はデータは欠損(トイレは稼動)

図 6-1-1-7 平成 25 年度における実証装置(男子トイレ)の利用状況

6-1-2 稼働条件・状況のまとめ

< 外気温、降水量、湿度 >

実証試験期間における最高気温は 32.1、最低気温は-13.4 であった。ただし、この最低気温はシーズンオフ時(冬期閉鎖時)の数値であり、シーズン期間中(~11/12)における最低気温は-8.8 である。外気温の測定結果は実証申請書に記載の「適正稼働が可能な気温範囲:-20~50」の範囲内であった。

< 消費電力量 >

実証試験期間における実証装置の消費電力量は、1,152.1kWh であった。この間の利用者数は 4,269 人であり、利用者 1 人当たりの電力消費量は 270Wh/人である。

1 日当たりの消費電力量は、平均で 9.2kWh/日、最大で 10.0kWh/日、最小で 7.1kWh/日であり、実証申請書に記載の消費電力(9.6kWh/日)と同程度であった。電力消費の主たる要因は発酵槽ヒーターの稼働であり、外気温等の影響を受けることで季節的に電力消費量が変動することも予想されたが、試験結果ではそれほど大きな差異は認められなかった。夏期等気候が温暖な季節は外気温等による発酵温低下の要素が少ない反面、利用者が多い傾向にあるため、使用後の攪拌頻度が増加することで発酵槽温度を低下させていると推測される。逆に、冬期等の気温低下時においては利用者が比較的少なく、槽内攪拌による発酵槽温度低下は緩和されていると推測される。これらを考慮すると、冬期等に多くの利用があった場合には電力消費量の増加に留意が必要と考えられる。このような場合が想定される場合には発酵槽ヒーターの稼働設定を検討する必要があると思われる。

シーズン中の電力消費量はトイレ 4 基の合計量を按分して算出したが、実証装置である男子トイレは他のトイレと比較して発酵には不利な処理条件となる傾向があり、発酵が進まずヒーターの稼働頻度が増加するなどの影響で、他のトイレと比較して電力消費量が多めであることも推察される。

< 使用人数 >

実証試験期間における実証装置の累積使用人数は 4,269 人で、単純平均すると 1 日当たりの使用人数は 32.3 人/日であった。

実証試験期間で平常時の処理能力(120 人/日)を超えたのは延べ 5 日であり、最も利用が多かった実績は 135 人/日であった。これらのピークは一時的なものであり、平常時の処理能力を超える状態が相当期間続くことはなかった。また、実証試験の期間外であるが、7 月~8 月にかけて大きな利用者ピークが認められている。

6-2 維持管理性能

6-2-1 日常維持管理

日常維持管理は、水不要 生物処理 木質等 [そば殻] 方式実証試験計画 (平成 25 年 8 月) の資料 1 - の日常管理チェックシートに従い、諏訪市が実施した。表 6-2-1-1 に概要を示す。

表 6-2-1-1 日常維持管理の概要

	実証試験結果
実施日	利用集中時:毎日 利用平常時:週1~2回
実施者	諏訪市(維持管理委託業者)
作業人数	1人
作業時間	約30分間
作業内容	トイレブースの掃除、トイレトーパー等消耗品の補充、給水(雨水)タンクの確認及び必要に応じて水補充、その他
作業内容についての意見	上記作業は容易に実施できた

6-2-2 専門維持管理

専門維持管理は、水不要 生物処理 木質等 [そば殻] 方式実証試験計画 (平成 25 年 8 月) の資料 1 - の専門管理チェックシートに従い、日本環境衛生センターが実施した。表 6-2-2-1 に概要を示す。

表 6-2-2-1 専門維持管理の概要

	実証試験結果		
実施日	第1回	2012年 8月22日	人数:2人
	第2回	10月 1日	人数:2人
	第3回	11月12日	人数:2人
	第4回(冬期)	12月17日	人数:2人
実施者	一般財団法人 日本環境衛生センター		
作業時間	約1時間(試料採取を含む)		
作業内容	1. 全般的な点検事項 臭気の有無、設備破損等の有無、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. 装置の点検事項 発酵物の外観確認、臭気の有無、装置周辺等の異常の有無、 3. 試料採取、臭気測定(検知管)		
作業内容についての意見	上記作業は容易に実施できた。		

6-2-3 発生物の搬出及び処理・処分

本実証試験期間中には、発生物の搬出・運搬はなかった。

実証試験において尿タンクの液位上昇が確認されているため、今後、適切な時期に場外搬出する必要性が考えられる。尿タンクの貯留容量は 300L であり、貯留能力のみで判断すれば余裕ある状況である。ただし、尿をあまり長期間貯留しておくことは維持管理上望ましくないため、適切な頻度で定期的に場外搬出することが望ましいと思われる。

また、発酵槽内混合物についても適切な時期に部分入替え等で一部を場外搬出する必要性も考えられる。

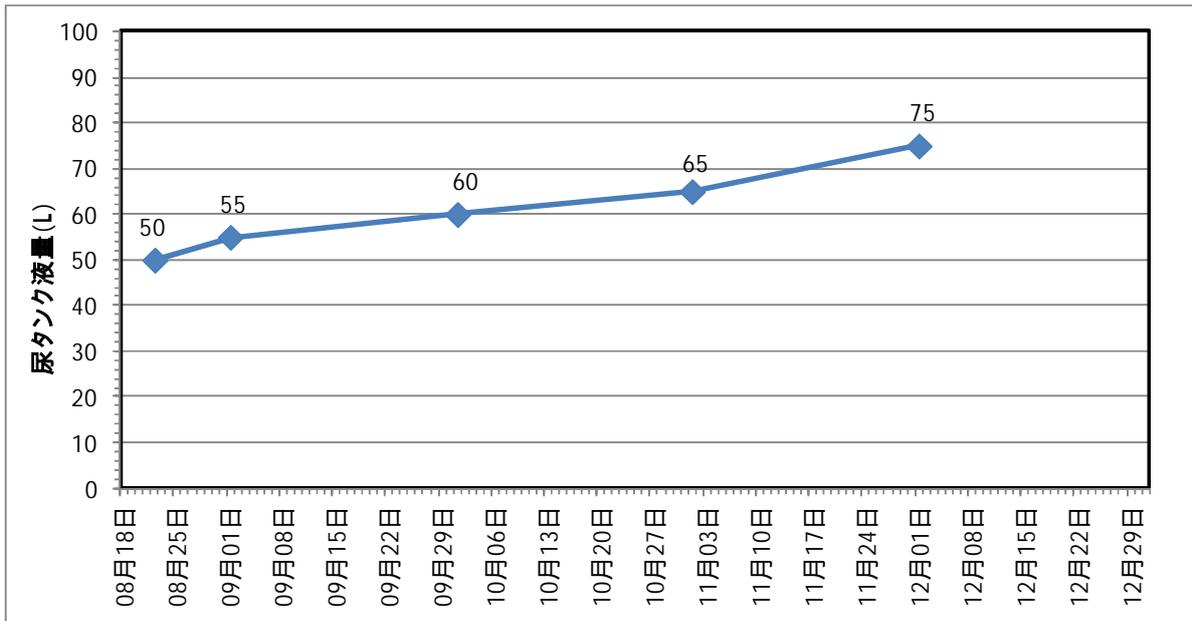


図 6-2-3-1 尿タンク貯留量

6-2-4 トラブル対応

本実証試験期間中において、特にトラブルは報告されなかった。

6-2-5 維持管理マニュアルの信頼性

維持管理マニュアルの信頼性は、維持管理要領書の記載項目チェック票に従い、日本環境衛生センターが実施した。表 6-2-5-1 に維持管理要領書の記載項目チェック票を示す。

表 6-2-5-1 維持管理要領書の記載項目チェック票

記入者名(組織名): 岡崎 貴之 (日本環境衛生センター)	
担当作業内容: 専門管理 (主な作業内容: 現場調査、試料採取、分析)	
申請者名 大央電設工業(株)	技術名 自動制御バイオ型・し尿分離処理システム
維持管理マニュアル類	

大項目	小項目	記載の有無	コメント
1. 日常管理全般 (製品説明)	1. 利用上の注意	有	
	2. 処理の仕組み	有	
	3. 各部名称	有	
	4. 主要機器一覧	有	
	5. 運転・使用方法	有	
	6. 日常点検・清掃・頻度	有	
	7. 製品仕様	有	
	8. 充填材 (雨水浄化用竹炭)	有	
2. 専門管理全般 (専門技術者向け)	9. 保守点検表	無	点検項目の表はあるが、点検表のひな形があるとよい。
	10. 制御盤	有	
	11. 処理槽(発酵槽)	有	
	12. 循環水等	無	該当なし。
	13. 補修・交換部品	無	
	14. 充填材	無	
3. 開始・閉鎖時 対応	15. 開始・閉鎖時対応	無	
4. 発生物の搬出 及び処理・処分	16. 清掃方法 (汚泥引き抜き等)	有	尿について一部記載あるのみ。
5. トラブル対応	17. トラブル対応 (想定及び対応例)	有	設備毎に記載。

維持管理要領書の信頼性の確認

大項目	小項目	記載内容	コメント
1.日常管理全般 (製品説明)	1. 読みやすさ	普通	日常管理と専門管理の区分が明確ではない。 写真や図を使用して説明するとよい。 十分な情報がある。
	2. 理解しやすさ	普通	
	3. 正確性	良い	
	4. 情報量	普通	
2.専門管理全般 (専門技術者向け)	1. 読みやすさ	普通	日常管理と専門管理の区分が明確ではない。 写真や図を使用して説明するとよい。 十分な情報がある。
	2. 理解しやすさ	普通	
	3. 正確性	良い	
	4. 情報量	普通	
3.開始・閉鎖時対応	1. 読みやすさ	少ない	記載がほとんどない。 記載がほとんどない。 記載がほとんどない。 雨水設備について一部記載されているのみ。
	2. 理解しやすさ		
	3. 正確性		
	4. 情報量		
4.発生物の搬出及び 処理・処分	1. 読みやすさ	少ない	記載がほとんどない。 記載がほとんどない。 記載がほとんどない。 尿について一部記載されているのみ。
	2. 理解しやすさ		
	3. 正確性		
	4. 情報量		
5.トラブル対応	1. 読みやすさ	普通	設備毎に記載している。トイレ全体として1項目にまとめるとよい。 写真や図を使用して説明するとよい。 Q & Aがあるとよい。 事故や故障時の連絡体制がない
	2. 理解しやすさ	普通	
	3. 正確性	普通	
	4. 情報量	普通	

小項目13については「良い 普通 悪い」の3段階、小項目4については「多い 普通 少ない」の3段階で評価している。

6-3 室内環境

6-3-1 室温、湿度

実証試験期間中の8月22日から12月31日におけるトイレブース室温の変化を図6-3-1-1、湿度の変化を図6-3-1-2に示す。また、温度及び湿度の平均値、最大値、最小値を表6-3-1-1に示した。

室温は-13.7~30.9 (平均 6.8)であった。11月中旬(シーズン終了)以降、室内温度0程度で、最高温度でも10以下、最低温度は氷点下であった。

湿度は27~94%(平均 68.5%)であった。11月以降の低温期は湿度変化が少ないが、それ以外の時期は湿度変化が大きくなっている。

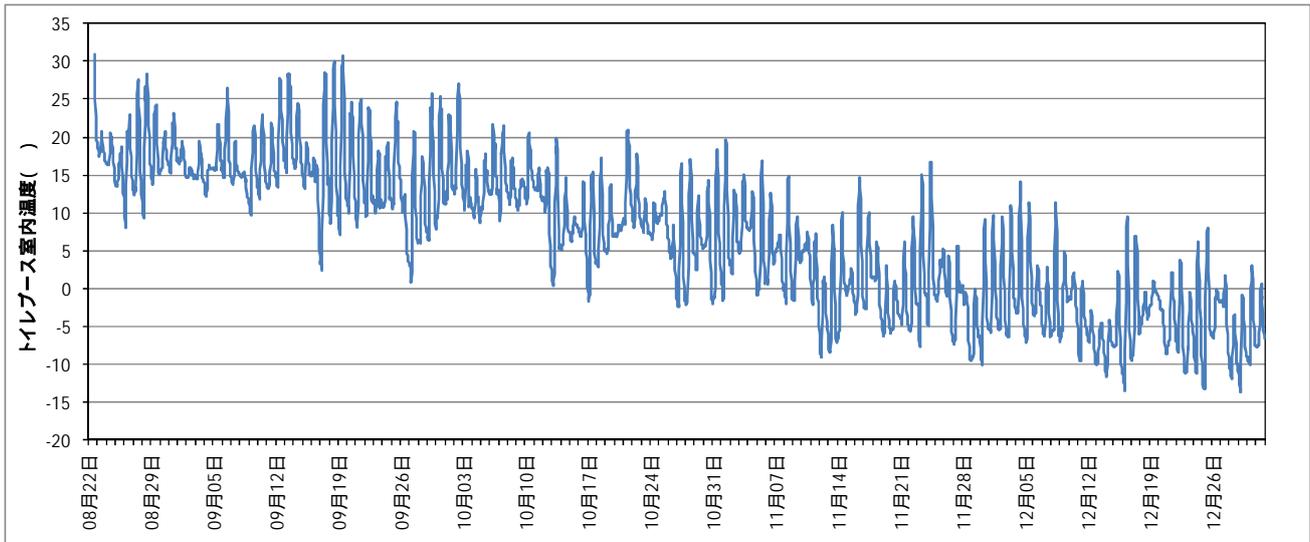


図 6-3-1-1 トイレブース内の室温変化

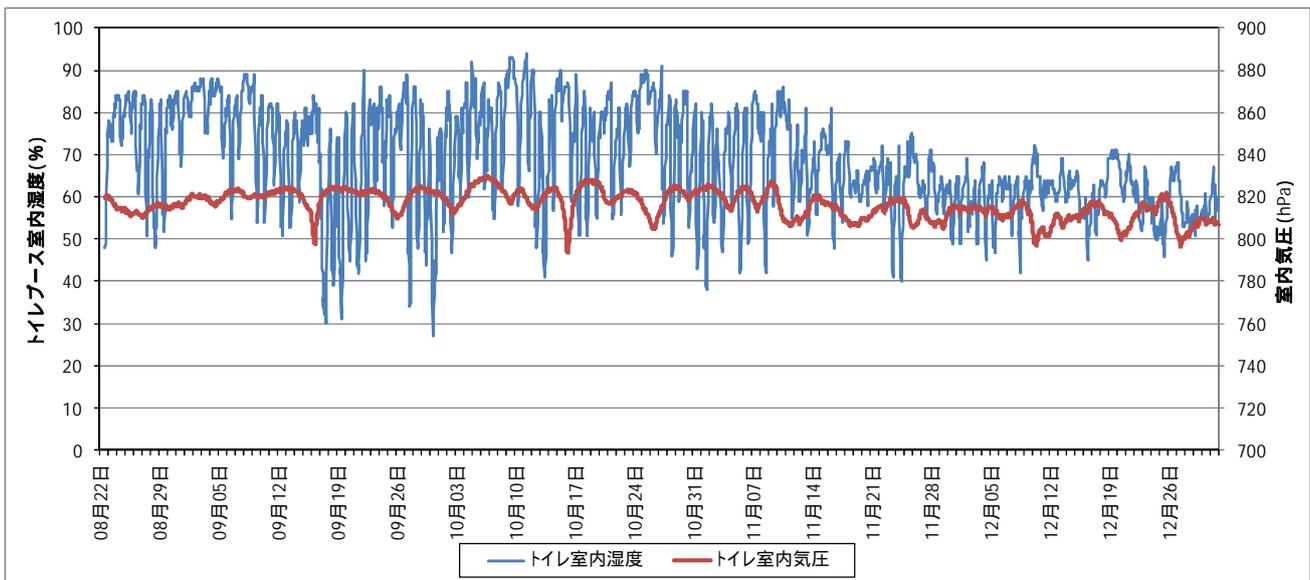


図 6-3-1-2 トイレブース内の湿度・気圧変化

表 6-3-1-1 処理装置内の温度、湿度の最大値、最小値、平均値

	実証試験期間 (8/22 ~ 12/31)		シーズン時のみ (8/22 ~ 11/12)	
	温度 ()	湿度 (%)	温度 ()	湿度 (%)
最大値	30.9	94	30.9	94
最小値	-13.7	27	-9.1	27
平均値	6.8	68.5	12.2	72.7

6-3-2 室内環境に関する許容範囲

実証試験期間において、車山肩公衆トイレ(バイオ R21)利用者に対する「室内環境アンケート」を実施し、149 件の有効回答が得られた。アンケートの集計結果を下記に示す。

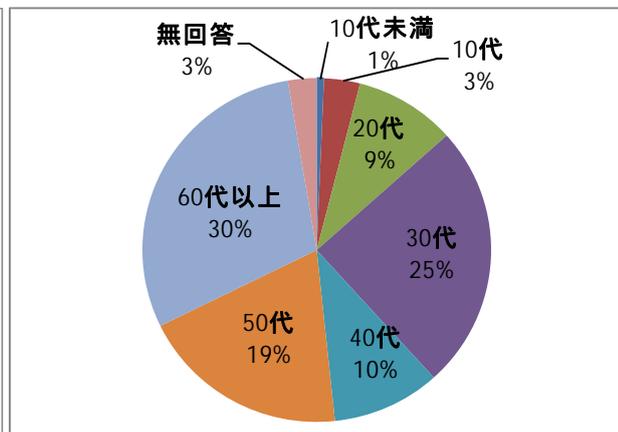
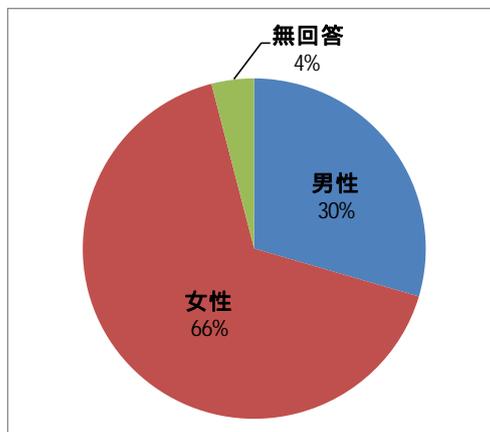
(1) 回答者属性

ア. 性別と年代

表 6-3-2-1 を見ると、回答者の男女比は 6 割強が女性となった。年代別では 60 代(30%)と 30 代(25%)の割合がやや高めであるが、比較的多年代の利用者から回答が得られた。

表 6-3-2-1 回答者属性(性別と年代)

性別と年代	性別			回答数
	男性	女性	記入なし	
10歳未満	0	1	0	1
10代	2	3	0	5
20代	6	7	1	14
30代	11	25	1	37
40代	1	12	2	15
50代	12	17	0	29
60代以上	11	33	2	46
無回答	1	1		2
計	44	99	6	149

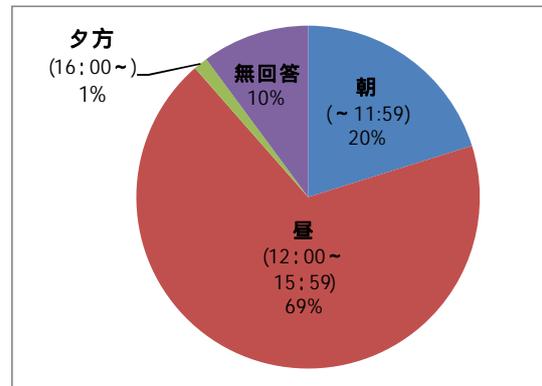


イ．利用時間帯

表 6-3-2-2 のとおり利用時間帯を 3 つに区分して見ると、回答者は昼(午後)の時間帯が (69%) で最も多い。

表 6-3-2-2 利用時間帯

利用時間帯	回答数
1. 朝(～11:59)	30
2. 昼(12:00～15:59)	102
3. 夕方(16:00～)	2
4. 無回答	15
計	149

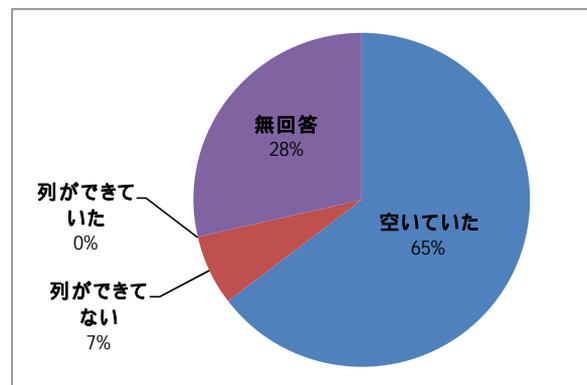


ウ．利用時の混雑状況

表 6-3-2-3 のとおり 65%の回答者が「空いていた」と答えている。ただし、無回答の分を除いて集計すると、90%の回答者が「空いていた」との回答となる。残り 10%の回答者においても「列はできていない」程度の混雑具合であり、全体的に利用はスムーズであった。

表 6-3-2-3 利用時の混雑状況

利用時の混雑状況	回答数
1. 空いていた	95
2. 混雑(列はできていない)	10
3. 混雑し列ができていた	0
5. 無回答	44
計	149



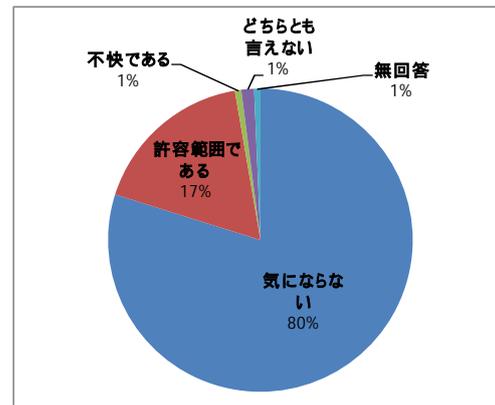
(2) 実証装置についてのアンケート

ア．トイレ室内の臭気

トイレ室内の臭気は、「 気にならない」が 80%で最も高い。「 許容範囲である」(17%) と合わせると 97%となっている。臭気はほとんどの利用者が不快と感じていないと言える。

表 6-3-2-4 トイレ室内の臭気

トイレ室内のにおいについて	回答数
1. 気にならない	119
2. 許容範囲である	26
3. 不快である	1
4. どちらとも言えない	2
5. 無回答	1
計	149

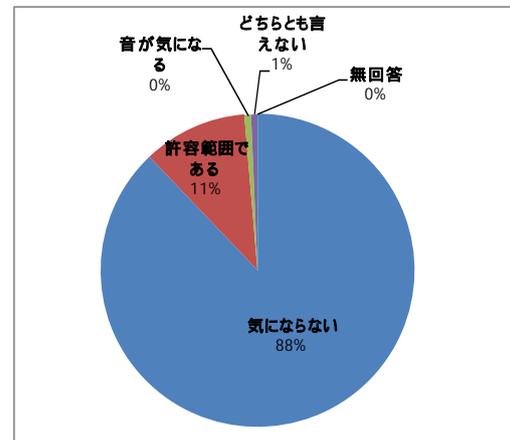


イ. 攪拌機やファン等の稼働音

攪拌機やファン等機械設備の稼働音については、「気にならない」が88%で最も高い。「許容範囲である」(11%)と合わせると99%となっている。設備の稼働音についてはほとんどの利用者が気になっていないと言える。

表 6-3-2-5 攪拌機やファン等の稼働音

発酵槽の音について	回答数
1. 気にならない	131
2. 許容範囲である	16
3. 音が気になる	1
4. どちらとも言えない	1
5. 無回答	0
計	149

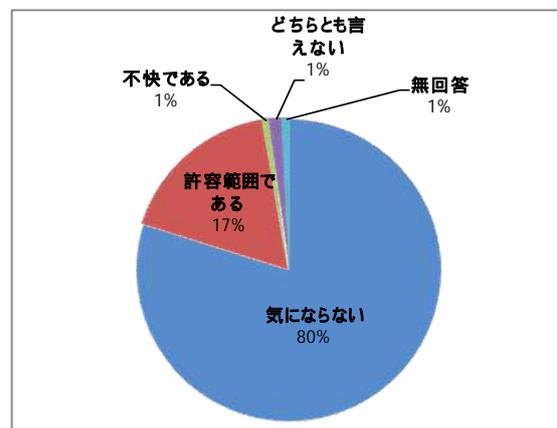


ウ. 発酵槽内部が見えること

発酵槽内部(便器下)が見えることについては、「気にならない」が80%で最も高い。「許容範囲である」(17%)と合わせると97%となっている。発酵槽内部が見えることについてはほとんどの利用者が気になっていないと言える。

表 6-3-2-6 発酵槽内部がみえることについて

発酵槽の内部がみえることについて	回答数
1. 気にならない	119
2. 許容範囲である	26
3. 不愉快である	1
4. どちらとも言えない	2
5. 無回答	1
計	149

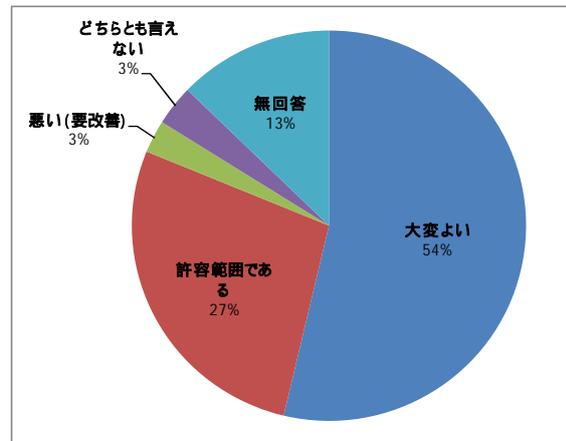


エ．全体的な使い勝手

全体的な使い勝手については、「大変よい」が54%で最も高い。「許容範囲である」(27%)と合わせると81%となっている。

表 6-3-2-7 全体的な使い勝手

使い勝手について	回答数
1. 大変よい	80
2. 許容範囲である	41
3. 悪い(要改善)	4
4. どちらとも言えない	5
5. 無回答	19
計	149



(3) 自由回答結果・考察

有効回答 149 件のうち、63 件からコメントが得られた。コメントのうち、40 件(63%)が「大変よい」、「きれい」、「快適」、「臭わない」といった好意的な感想であった。一方、改善点の指摘は 20 件、その他コメントは 3 件得られた。

最も指摘が多かったのは「スイッチの位置」であり、8 件の指摘があった。使用後の押すスイッチの位置が「分かりづらい」、「子供にとっては高い」といった指摘である。スイッチの位置については、設置当初は便器の近傍に設置していたが、必要以上に押される傾向があったことからスイッチの位置を変更した経緯がある。これら利用者の意見を参考にスイッチの位置を再検討してみることが適当である。また、過剰操作やいたずら防止対策としてはスイッチにカバーを設置する改善等も考えられる。

次いで指摘が多かったのは「便器の構造等」に関してであり、6 件の指摘があった。実証装置は大小分離のセパレート便器を使用していることが大きな特徴であるが、通常の便器と構造が異なっていることから、使用方法に違和感を感じることもあるようである。特に子供にとっては使い方が難しいといったコメントが多かった。

その他少数意見としては、「暗い(ライトがすぐ消える)」、「水が出ない」、「説明文字が小さく読みづらい」等の意見が得られた。



図 6-3-2-1 使用後の攪拌スイッチ

6-4 周辺環境への影響

実証対象装置は水不要式の発酵処理であり、処理水がトイレ系外に排出されることはなく、排水による周辺環境への影響はない。

発酵槽内臭気は排気ファンにより24時間連続で排出される。臭突排出口（GL+2,800mm）においては相応のアンモニアが検出されるが、ただちに拡散され、トイレ周辺に臭気を感じることはほとんどない。ただし、利用者ピーク時には臭突排出口で100ppmを超えるアンモニアが検出され、トイレ周囲に若干の悪臭が感じられたこともあった。

実証対象装置はコンパクトで設置面積が小さく、設置の際に大規模な土地改変は原則として実施されない。実証対象装置は、トイレユニットと処理設備（発酵槽、他）を設置する際、それぞれの設置レベルに一定のレベル差を設ける必要がある。通常はトイレブースの床レベルを高く設計するが、身障者対応等でトイレブースの床レベルが高く設定できない場合は、処理装置の設置レベルをGL以下に下げることがあり、このようなケースについては掘削が必要となる。車山肩公衆トイレの多目的トイレはこのタイプである。実証装置の設計図面を図6-4-1に示す。

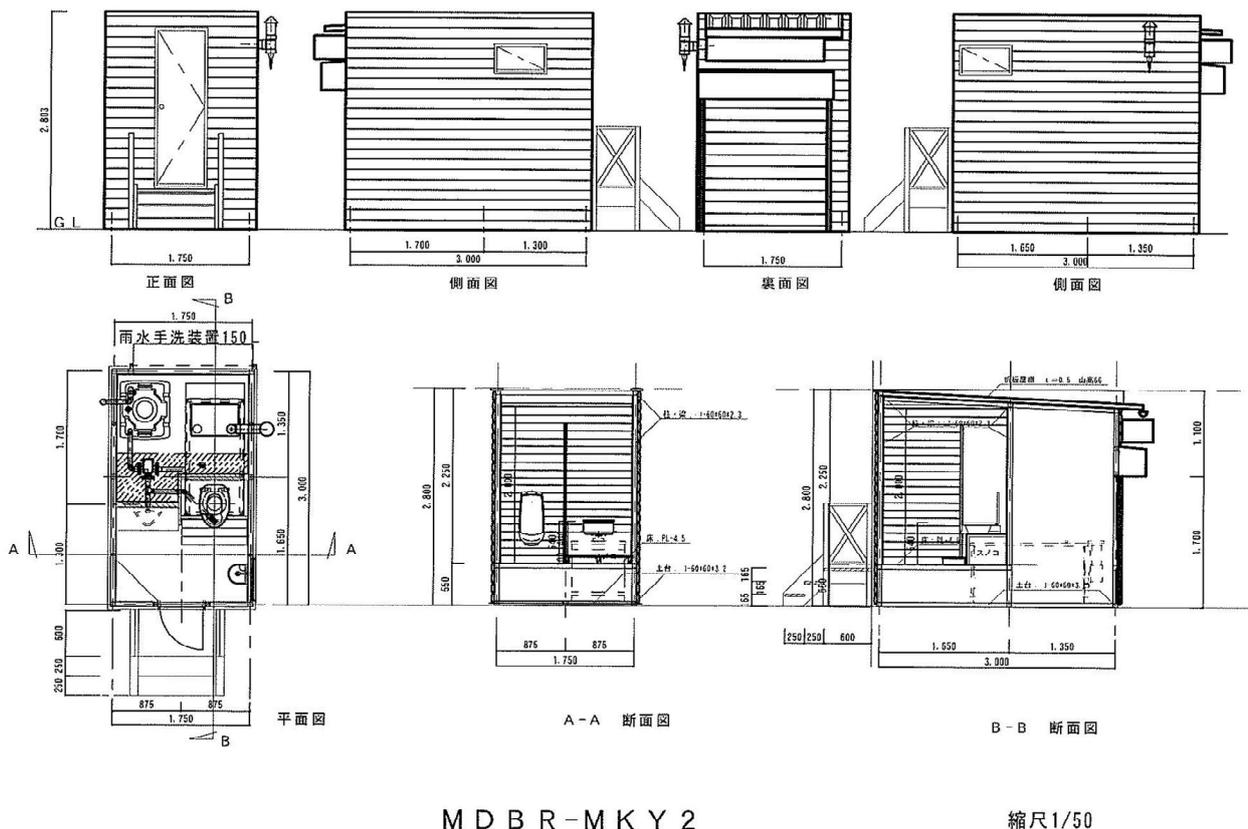


図6-4-1 実証装置と同タイプの設計図面

6-5 処理性能

6-5-1 現場測定結果

(1) 発酵槽内温度

発酵槽内混合物温度の経時変化について図 6-5-1-1、発酵槽内混合物温度の平均値、最大値、最小値を表 6-5-1-1 に示す。実証試験開始当初は温度センサを発酵槽ケーシングにテープで貼り付けて測定したが、攪拌羽根の接触によるセンサ破損が発生した。また、この場所ではヒーターの影響を大きく受けるといった事項を考慮し、10/9 以降、ヒーターの影響を受けにくい場所として攪拌シャフト付近に温度センサを取り付けて測定した。なお、参考として、発酵槽ケーシング付近の測定も継続して実施した。

シャフト部付近の温度推移はシーズン時において概ね 20~40 であり、発酵処理を基本に考慮するとやや低い水準であると考えられる。さらに、ヒーターによる加温についても考慮すると、発酵処理による発酵熱の発生はそれほどなく、発酵処理はそれほど進行していないと考えられる。ただし、発酵槽混合物の外観(性状)は、比重も軽く通気性も良好な状態である。これは、乾燥効果によるところが大きいと推察される。

発酵槽ヒーターは 30 で ON、60 で OFF の自動制御である。ヒーターの影響を大きく受けるケーシング付近の温度推移をみると、シーズン時期においては概ね 20~60 の範囲で大きく変動している。これは、シーズン時期は利用者が多く、それに伴って発酵槽の攪拌頻度も多くなり、発酵槽内が攪拌されることで発酵槽温度が低下すると考えられる。逆にシーズンオフ時期は利用者が比較的少ないため、温度低下も緩やかである。このように、発酵槽の攪拌によって発酵槽内の温度低下が認められることから、発酵槽内において発酵処理がそれほど進行しておらず、乾燥処理のウエイトが大きいことが推察される。

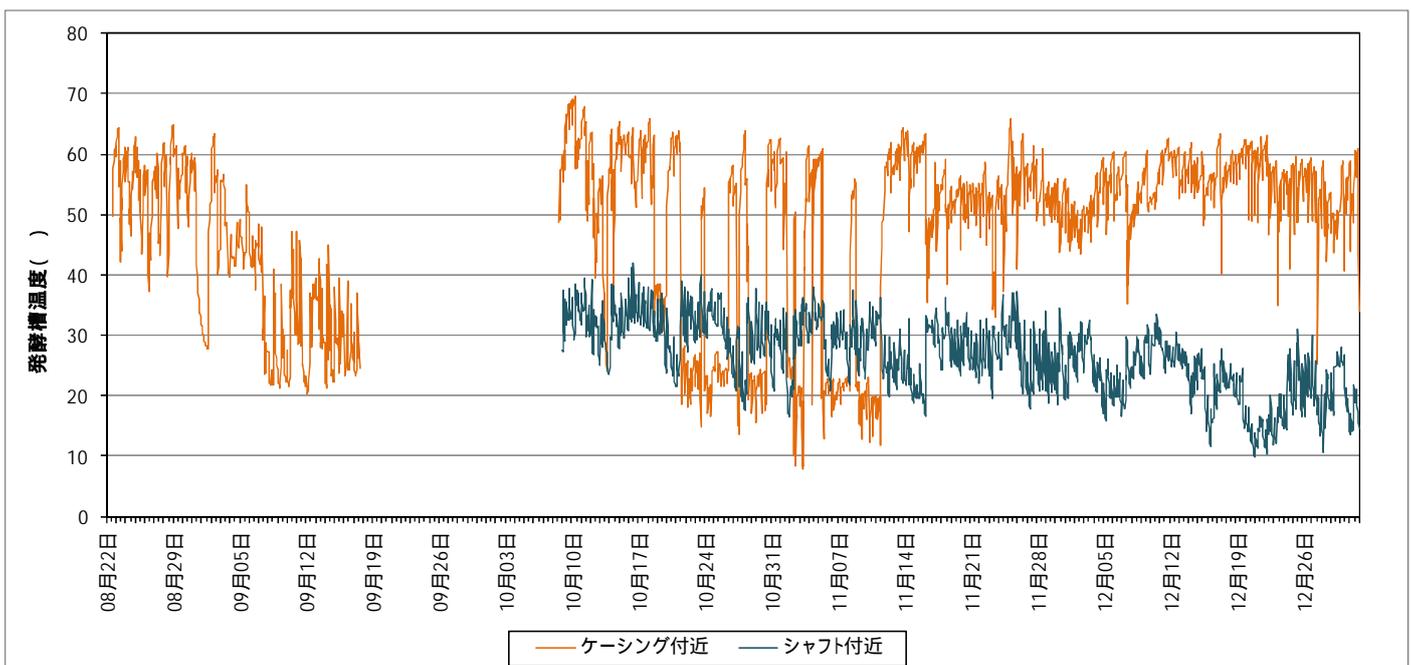


図 6-5-1-1 発酵槽内混合物温度の経時変化

表 6-5-1-1 発酵槽内温度の最大値、最小値、平均値

	シャフト部付近		ケーシング付近(参考)	
	実証期間 (10/9 ~ 1/29)	シーズン時のみ (10/9 ~ 11/12)	実証期間 (8/22 ~ 1/29)	シーズン時のみ (8/22 ~ 11/12)
最大値()	41.9	41.9	69.6	69.6
最小値()	9.9	16.7	7.8	7.8
平均値()	26.2	30.1	47.8	42.3

(2) 発酵槽重量

発酵槽の重量は処理状況を把握するのに重要な指標であり、本システムは発酵槽重量を指標に尿の移送先を自動で切換(発酵槽または尿タンク)している。発酵槽重量の経日変化について図 6-5-1-2 に示す。

大きく 3 つのピークが認められる。8 月下旬と 9 月下旬のピークは、利用者数のピークと重なることから、利用者増に伴って発酵槽重量も増加したと考えられる。一方、11 月下旬のピークは最も大きいですが、利用者数はそれほど多くはない(平常処理能力の範囲内である)。発酵槽の温度低下等により処理能力(乾燥能力も含めて)が低下したことによってし尿やトイレトーパーの蓄積が優先したと考えられる。

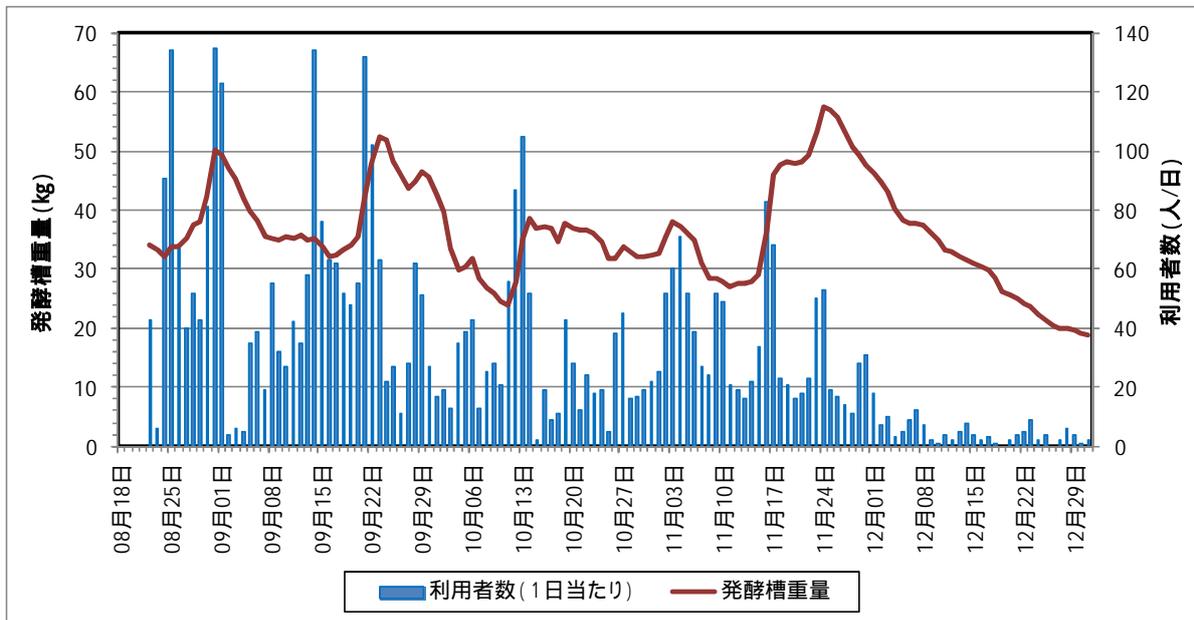


図 6-5-1-2 発酵槽重量の経日変化

(3) 臭気測定結果

専門維持管理の実施日(第 1 回: 8 月 22 日、第 2 回: 10 月 1 日、第 3 回: 11 月 12 日、第 4 回: 12 月 17 日)におけるトイレブース内、臭突(発酵槽臭気)の臭気測定結果を表 6-5-1-2 に示す。なお、臭気測定は北川式検知管法にて行った。

トイレブース内においては、検知管の測定レベルでは、硫化水素、アンモニアともに不検出であ

った。また、感覚的にも臭気はほとんど感じられなかった。アンケートの結果においても臭気はほとんど感じないといった回答がほとんどであった。

臭突の臭気（発酵槽内臭気）においては、硫化水素は不検出であったが、アンモニアは相当濃度が認められた。4回の測定中、1回目測定時(8月22日)の測定結果が最も高濃度のアンモニアが認められた。同時期はトイレ利用者数が多いピーク時であり、相応のアンモニアが発生したものと考えられる。臭突付近では高濃度のアンモニアが認められたが、トイレ周辺の臭気としては気になるほどではなかった（若干の臭気は認められた）。

表 6-5-1-2 トイレブース内、臭突（発酵槽臭気）の臭気

	トイレブース内		臭突（発酵槽臭気）	
	硫化水素 (ppm)	アンモニア (ppm)	硫化水素 (ppm)	アンモニア (ppm)
2013/8/22	0.05 未満	0.1 未満	0.05 未満	100
2013/10/1	0.05 未満	0.1 未満	0.05 未満	20
2013/11/12	0.05 未満	0.1 未満	0.05 未満	10
2013/12/17	0.05 未満	0.1 未満	0.05 未満	18

6-5-2 試料分析結果

(1) 発酵槽混合物

専門維持管理実施日（第1回：8月22日、第2回：10月1日、第3回：11月12日、第4回：12月17日）に採取した発酵槽混合物の分析結果を表 6-5-2-1～6-5-2-2 に示す。また、3回目試料採取時から4回目試料採取時にかけては、トイレ使用者の減少に伴い水分補充（加水）を行っている。

表 6-5-2-1 発酵槽混合物の分析結果

項目	pH	単位体積重量 (g/mL)	蒸発残留物 (%)	含水率 (%)	強熱減量 (%)	C (乾物) (%)	N (乾物) (%)	P (乾物) (%)	C/N比
試料採取									
1回目 平成25年8月22日	8.5	0.49	14.0	86.0	13.1	-	-	-	-
2回目 平成25年10月1日	8.4	0.35	15.8	84.2	15.0	-	-	-	-
3回目 平成25年11月12日	8.7	0.45	17.9	82.1	16.6	-	-	-	-
4回目 平成25年12月17日	8.6	0.48	17.3	82.7	16.1	49	1.7	0.4	28

表 6-5-2-2 発酵槽混合物の分析結果（溶出試験）

項目	有機性炭素 (mg/L)	塩化物イオン (mg/L)	電気伝導率 (mS/m)	浮遊物質 (mg/L)	全窒素 (mg/L)	アンモニア 性窒素 NH ₄ -N (mg/L)	亜硝酸性 窒素 NO ₂ -N (mg/L)	硝酸性 窒素 NO ₃ -N (mg/L)	大腸菌 (陰性・陽性)	大腸菌群数 (個/cm ³)
試料採取										
1回目 平成25年8月22日	880	600	290	850	180	53	<0.1	<0.1	判定不可	<30
2回目 平成25年10月1日	500	370	190	360	100	24	<0.1	0.2	<30	70
3回目 平成25年11月12日	930	880	380	980	170	47	<0.1	0.4	0	0
4回目 平成25年12月17日	1,000	840	370	620	170	43	<0.1	0.4	0	<30

ア．pH

pHは8.4～8.7の範囲であり、シーズンによって大きな差異は見られなかった。

イ．単位堆積重量

単位堆積重量0.35～0.49g/mLの範囲であり、シーズンによって大きな差異は見られなかった。

ウ．含水率・強熱減量・灰分

含水率は82.1～86.0%の範囲であった。ピーク時(8月22日)において含水率が高く、利用者数減少に伴い含水率も下がる傾向がみられる。

全体的に発酵槽混合物の含水率は、発酵処理を行うには高めである。しかし、その割には発酵槽混合物の比重は小さく、通気性もあり、発酵の対象としては良好な状態である。副資材のそば殻が水分を吸収せずに通気性を保っていることが大きいと考えられる。

発酵混合物の3成分を図6-5-2-1に示す。水分以外の固形物における有機物の割合は90%程度であり、どのシーズンも大差ない。また、参考としてし尿処理汚泥の発酵肥料(副資材として剪定枝を使用)のデータも図6-5-2-1に示す。水分の差はあるが、固形物中の有機物の割合は同程度(90%程度)となっている。

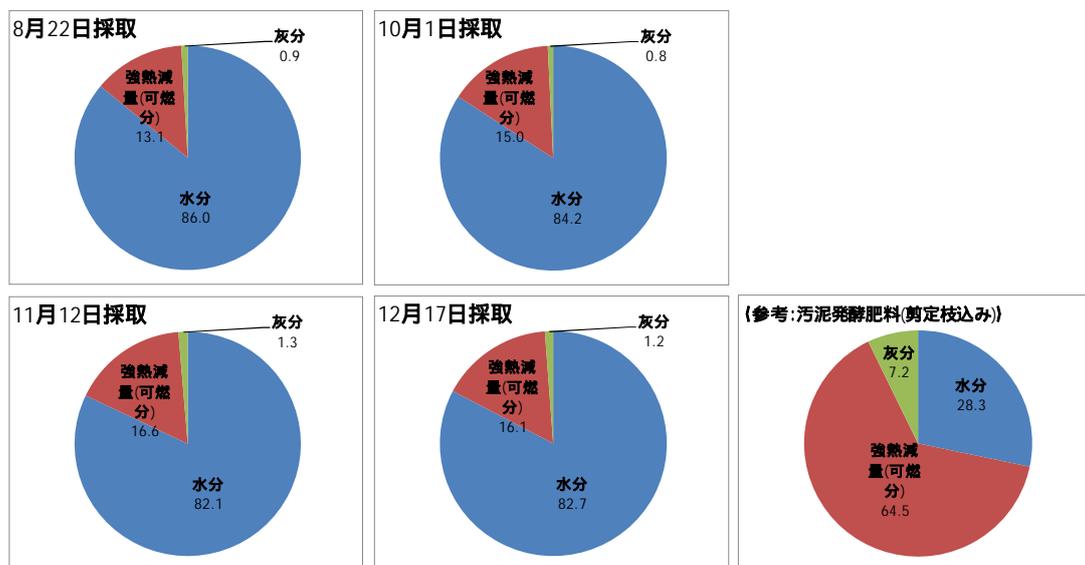


図 6-5-2-1 発酵混合物の構成(水分、可燃分、灰分)

エ．乾物中のC/N/P

発酵槽混合物の炭素、窒素、リンの含有量を表6-5-2-3に示す。また、参考としてし尿処理汚泥の発酵肥料(副資材として剪定枝を使用)のデータも同表に示す。

発酵槽混合物のC/N比は28.8で、大きめである。発酵槽混合物の溶出液におけるC/N比は5.3(4試料の平均)であり、副資材のウエイトが大きいと考えられる。

表 6-5-2-3 発酵混合物の C・N・P 含有量(乾物中)

	炭素 (%)	窒素 (%)	リン (%)	C / N 比
発酵槽混合物	49	1.7	0.4	28.8
発酵槽混合物溶出液	-	-	-	5.3
汚泥発酵物(参考)	29.0	6.3	10.8	4.6

オ．溶出試験の結果

(ア) 有機性炭素・浮遊物質

発酵混合物溶出液の TOC 及び SS 濃度の変化を図 6-5-2-2 に示す。

9 月 17 日にそば殻を 20 kg 投入したこともあり、2 回目試料採取時(10 月 1 日)の分析結果はやや低濃度となっている。その後、10 月中旬に利用者がやや多かった時期もあり、3 回目試料採取時(11 月 12 日)においては、1 回目試料採取よりも高濃度となった。また、3 回目試料採取時から 4 回目試料採取時にかけてはシーズン終了時期であることもあり、トイレ利用者はそれほど多くなかったが、TOC は高濃度化した。

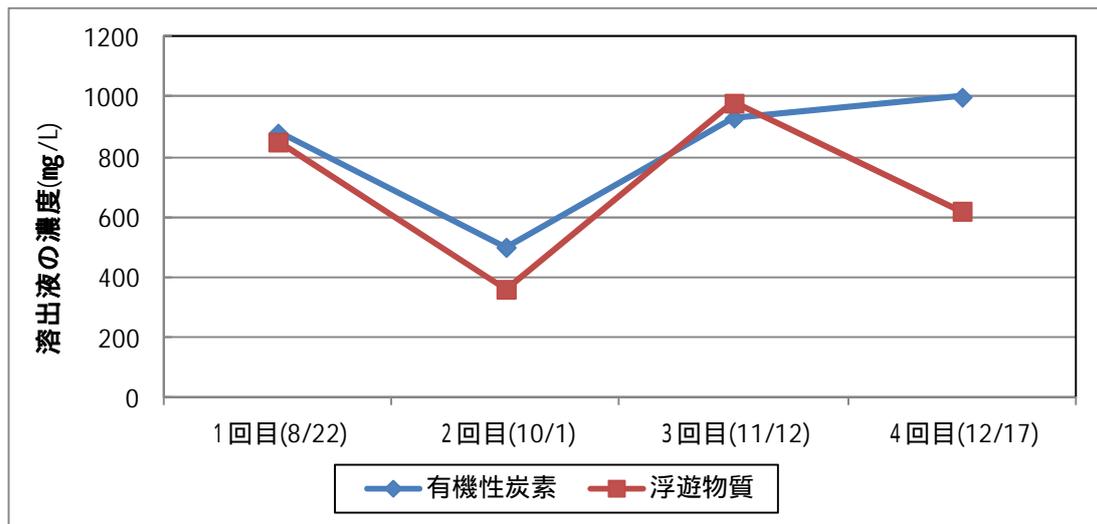


図 6-5-2-2 発酵混合物溶出液の性状変化 (TOC、SS)

(イ) 電気伝導度・塩化物イオン

発酵混合物溶出液の電気伝導度及び塩化物イオン濃度の変化を図 6-5-2-3 に示す。

前述したように、9 月 17 日のそば殻投入により、2 回目試料採取時(10 月 1 日)の分析結果は低濃度となっている。その後は、全般的に累積利用人数が増加するに伴い、各濃度の高濃度化が認められる。

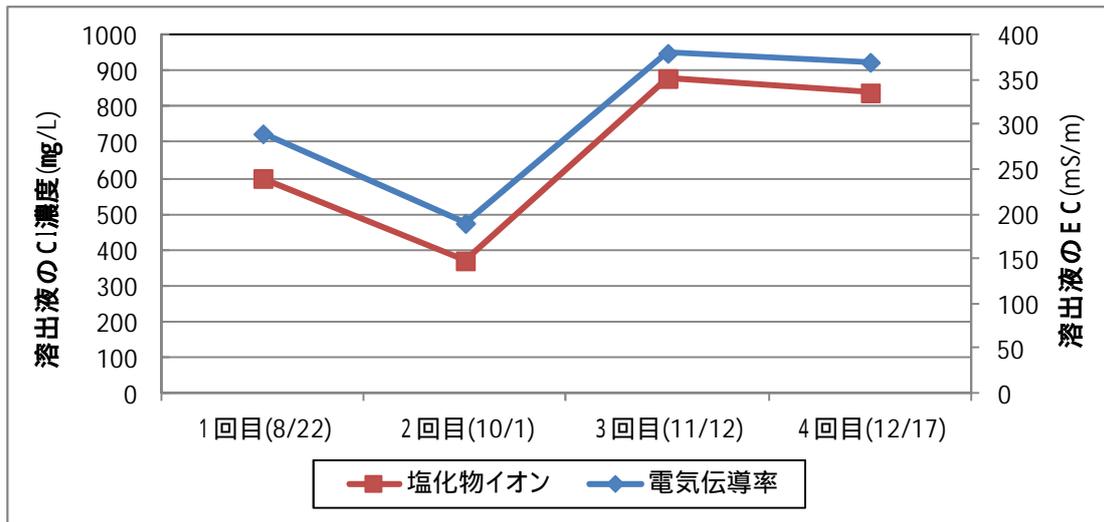


図 6-5-2-3 発酵混合物溶出液の性状変化 (EC、Cl⁻)

(ウ) 窒素

発酵混合物溶出液の全窒素濃度とアンモニア性窒素濃度の変化を図 6-5-2-4 に示す。

9月17日そば殻投入により、2回目試料採取時(10月1日)の分析結果は低濃度となっている。他は、大きな濃度変動は認められない。

また、形態別窒素の構成割合を図 6-5-2-5 に示す。硝酸性窒素や亜硝酸性窒素はほとんど認められず、有機態窒素とアンモニア性窒素で構成されている。その割合は有機態窒素 3 : アンモニア性窒素 1 である。嫌気条件下での発酵がメインであると考えられ、処理(分解)速度が遅くなっていることが推測される。

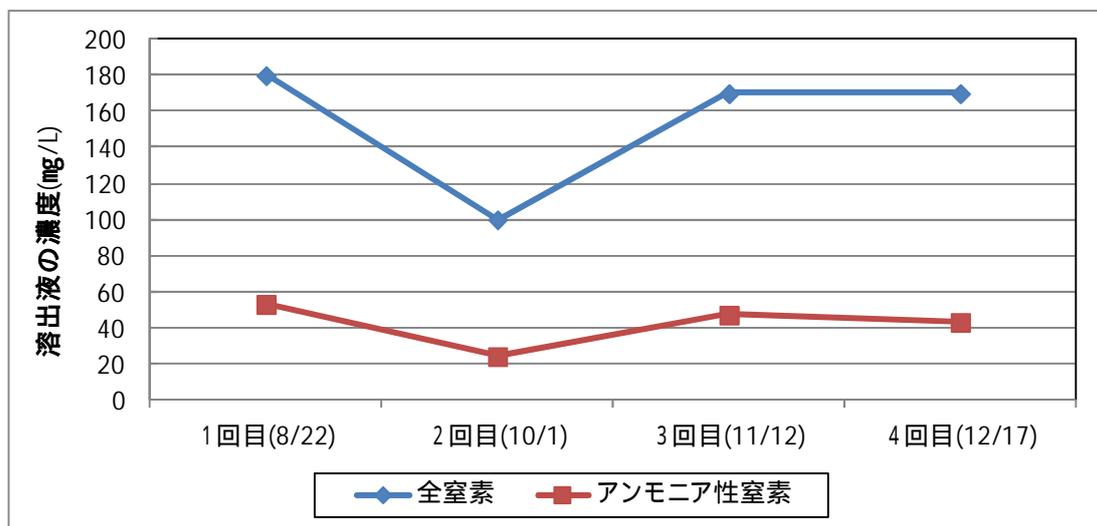


図 6-5-2-4 発酵混合物溶出液の性状変化

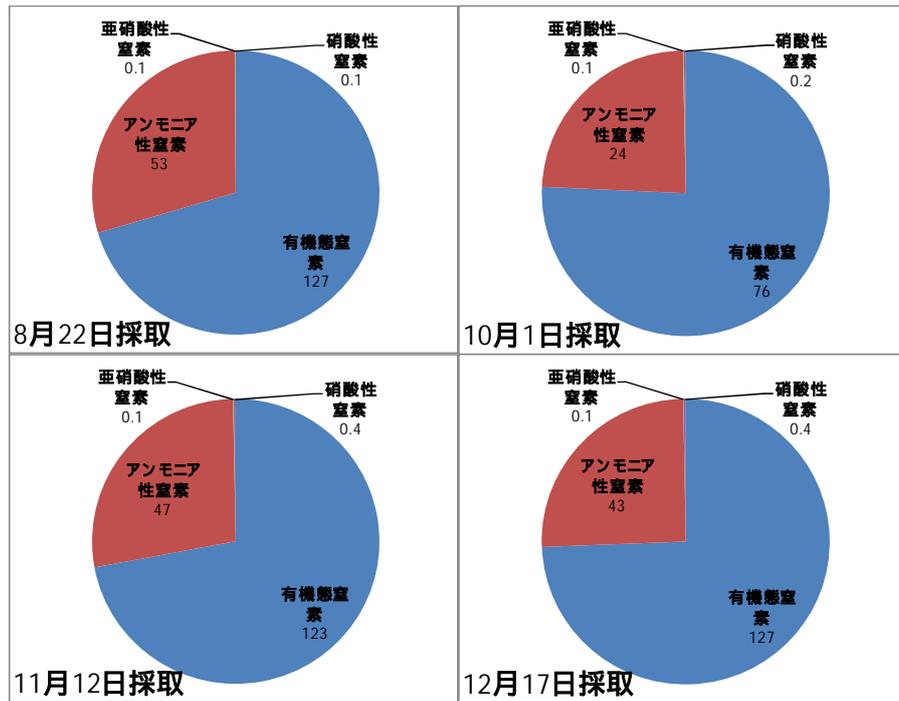


図 6-5-2-5 発酵混合物溶出液の窒素形態

(エ) 大腸菌群

発酵混合物溶出液の大腸菌、大腸菌群を表 6-5-2-4 に示した。

2 回目試料採取時(10 月 1 日)に大腸菌群が若干(100 個/mL 以下)検出されたが、その他のサンプルでは 30 個/ml 未満であった。

表 6-5-2-4 発酵混合物溶出液の大腸菌、大腸菌群

	大腸菌 (個/mL)	大腸菌群数 (個/mL)
1 回目採取(8/22)	-	30 未満
2 回目採取(10/1)	30 未満	70
3 回目採取(11/12)	0	0
4 回目採取(12/17)	0	30 未満

(2) 尿タンク液

専門維持管理実施日(第 2 回: 10 月 1 日に採取した尿タンク液の分析結果を表 6-5-2-5 に示す。

大腸菌類(糞便性大腸菌、大腸菌群数)は検出されなかった。本実証装置の特色である大小分離式便器は適切に機能していたと思われる。

尿タンク液の性状としては、塩化物イオン濃度が一般的なし尿の性状等と比較するとやや高濃度であり、滞留時間が長いこと等を考慮すると、かなり濃縮されていたと考えられる。

表 6-5-2-5 尿タンク液の分析結果

項目		pH	有機性炭素 (mg/L)	塩化物イオン (mg/L)	全窒素 (mg/L)	アンモニア 性窒素 NH ₄ -N (mg/L)	糞便性 大腸菌群 (個/cm ³)	大腸菌群数 (個/cm ³)
試料採取								
2回目	平成25年10月1日	8.9	3,300	5,000	7,500	7,100	0	0

(3) 使用人数と水質との関係

ア. 使用人数とTOC

使用人数と発酵槽混合物溶出液TOCの関係を図6-5-2-6に示す。9月17日に副資材(そば殻)を補充したため、2回目試料採取時には濃度が下がっているが、その後はTOC濃度が上昇している。3回目試料採取から4回目試料採取にかけては、シーズンオフ期間ということもあり、それほど利用者数は多くなかった(合計:649人、1日当たり平均:18人/日)が、溶出液TOCの高濃度化が見られた。溶出液の窒素形態において酸化態窒素(NO₂-N、NO₃-N)がほとんど認められなかったこと、発酵槽混合物において好気性発酵のような温度上昇が認められなかったこと等から推測して、発酵槽において好気性発酵はあまり進行していなかったと考えられる。このため、有機物の分解がそれほど進行しなかったと考えられる。

累積使用人数と発酵槽混合物溶出液TOCの関係を図6-5-2-7に示す。全体的に、使用人数の増加に伴い溶出液のTOC濃度も増加する傾向である。発酵槽内部では発酵処理よりも乾燥処理がメインに進行していたと推測される。

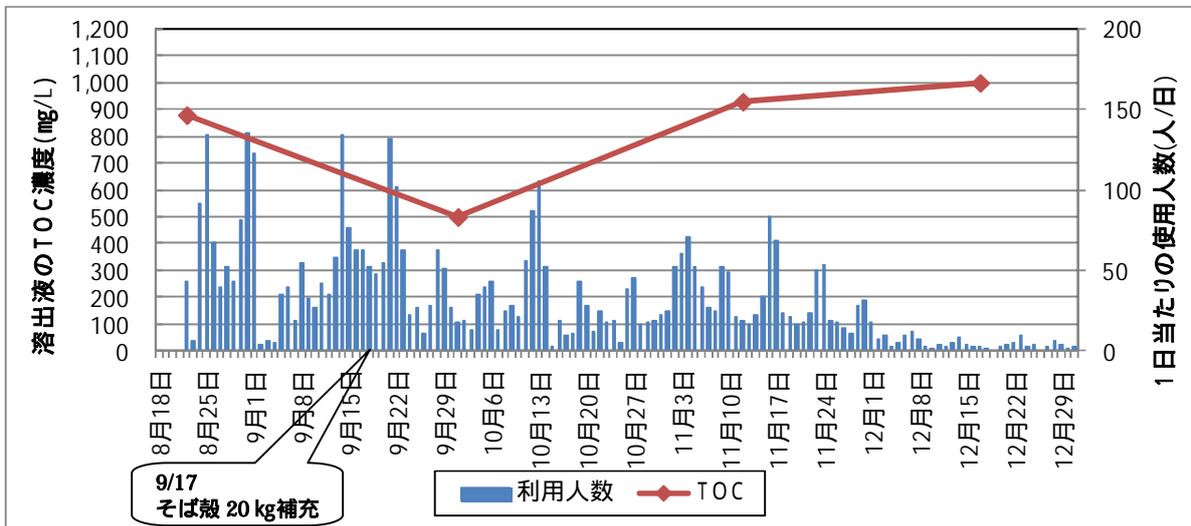


図 6-5-2-6 使用人数と溶出液TOC濃度の関係

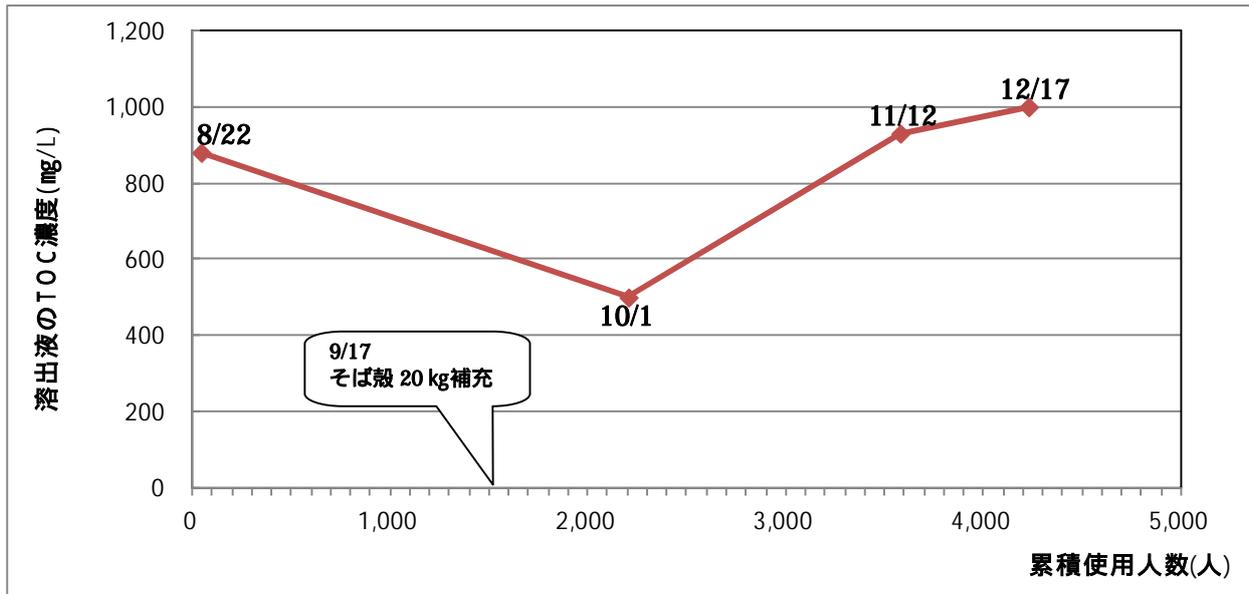


図 6-5-2-7 累積使用人数と溶出液TOC濃度の関係

イ．使用人数と窒素

使用人数と窒素濃度の関係を図 6-5-2-8 に示す。9月17日に副資材(そば殻)を補充したため、2回目試料採取時には濃度が下がっている。TOC濃度と同様に、2回目試料採取時から3回目試料採取時にかけては濃度上昇が認められるが、3回目試料採取時と4回目採取時の間については特に濃度上昇は認められていない。使用状況との関連は認められなかった。

累積使用人数と窒素濃度の関係を図 6-5-2-9 に示す。2回目試料採取時の濃度を除外して考察すると、実証試験期間を通じて大きな変動は認められない(全窒素: 170~180 mg/L、アンモニア性窒素: 43~53 mg/L)。累積使用人数との相関は小さいと考えられる。

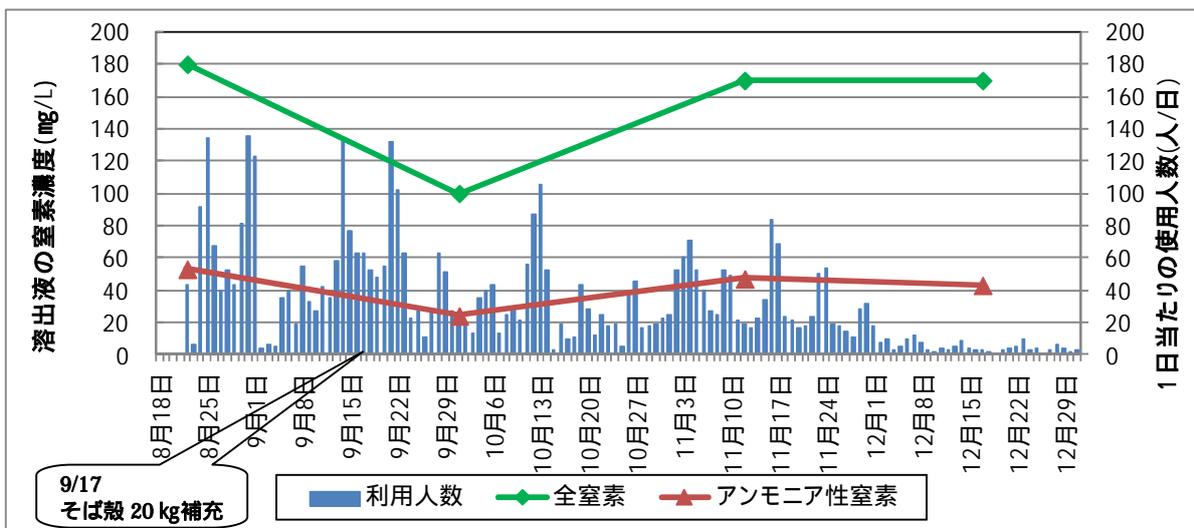


図 6-5-2-8 使用人数と溶出液窒素濃度の関係

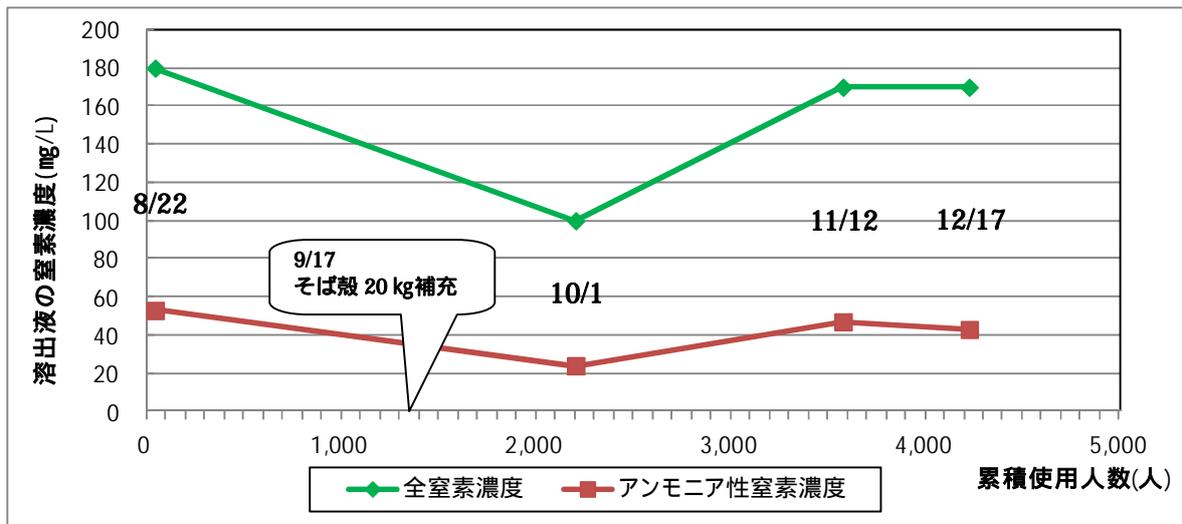


図 6-5-2-9 累積使用人数と溶出液窒素濃度の関係

ウ．使用人数と塩化物イオン濃度及び電気伝導度

使用人数と塩化物イオン濃度及び電気伝導度の関係を図 6-5-2-10 に示す。9月 17 日に副資材(そば殻)を補充したため、2 回目試料採取時には濃度が下がっている。その後は使用者数増加に伴い、濃度は上昇する傾向である。また、3 回目試料採取時から 4 回目試料採取時にかけては若干濃度低下が認められるが、トイレ使用者の減少に伴い水分補充(加水)を行ったためである。

塩化物イオン濃度や電気伝導度は発酵処理(生物処理)で除去できる成分ではないため、使用量者数の増加に伴って、発酵槽混合物中に濃縮・蓄積されることが考えられる。図 6-5-2-11 は累積使用人数と塩化物イオン及び電気伝導度との関係を示したものである。なお、図中の回帰式及び相関係数は、そば殻投入の影響を大きく受けた 2 回目試料採取時のデータを除外して算出したものである。

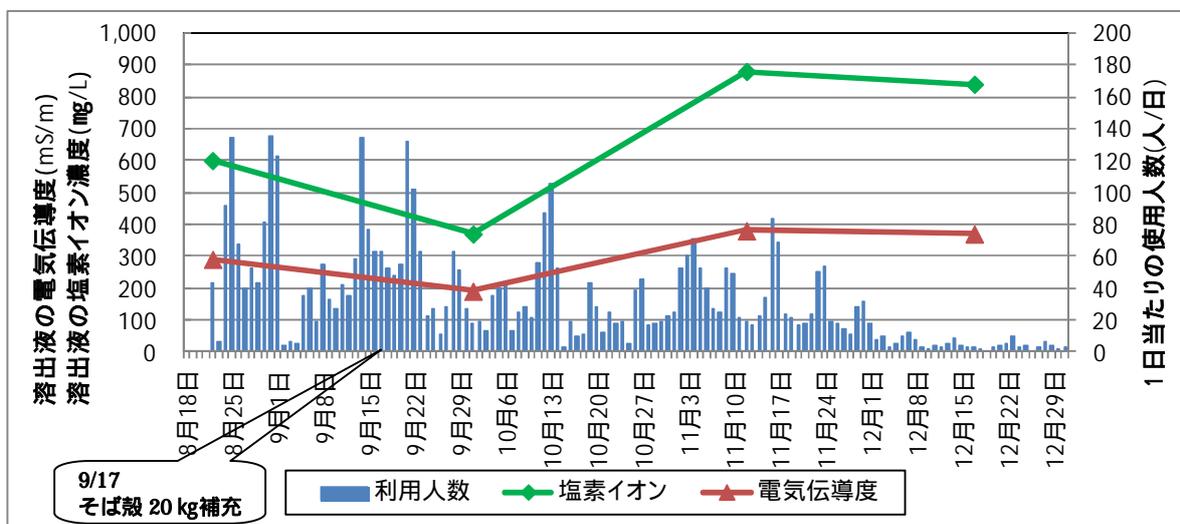


図 6-5-2-10 使用人数と溶出液塩化物イオン濃度、電気伝導度の関係

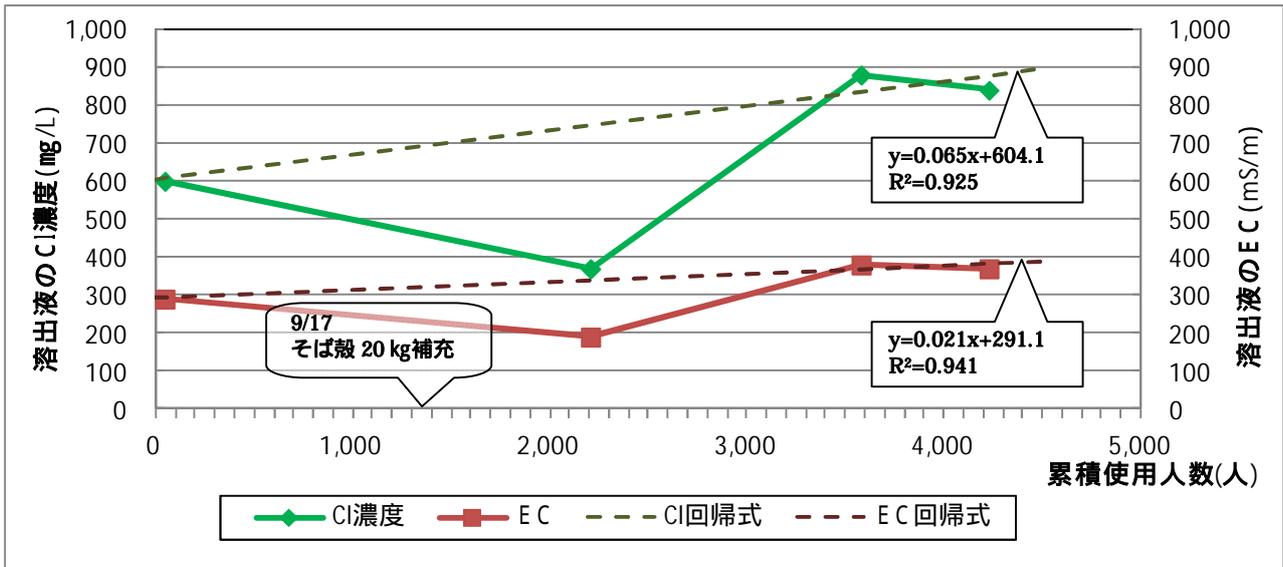


図 6-5-2-11 累積使用人数と溶出液塩化物イオン濃度、電気伝導度の関係

6-5-5 処理性能のまとめ

実証試験の結果、本処理方式における処理性能に関して得られた知見を以下に示す。

< 現場測定結果 >

発酵槽内シャフト付近の温度は 9.9~41.9 (平均 26.2) であった。最低温度は 1 桁台の温度となっているが、これはシーズンオフ(11/12)以降の実績であり、シーズン期間に限って集計すると最低温度は 16.7 である。また、参考として発酵槽内ケーシング付近で同様に温度を測定したところ、7.8~69.6 (平均 47.8) であった。ヒーターの影響等もあるが、測定箇所によって温度の相違がみられた。

発酵槽重量は 18.7~57.5 kg (平均 36.1 kg) の範囲で推移していた。大きく 3 つのピークが認められたが、うち 2 つは使用者数の増加(利用ピーク時)、1 つは気温低下(発酵槽温度低下)による処理機能の低下が要因と考えられる。

トイレブース内の臭気については、硫化水素及びアンモニアともに検知管測定レベルでは検出されなかった。臭突の臭気(発酵槽臭気)については、硫化水素は検出されなかったが、アンモニアは検出された。特に、利用者が多めであった 1 回目現場検査時においては 100ppm 程度のアンモニアが検出され、トイレ周辺に若干臭気が認められる場合もあった。

< 発酵槽混合物の分析結果 >

発酵槽混合物の含水率は 82.1~86.0% であり、発酵処理を行うには高めであった。ただし、比重は 0.35~0.49 と軽く、また、大きな団塊等も認められず、通気性も良好な性状である。好気性発酵処理が進行するのに、それほどの悪条件とは考えられない。

発酵槽混合物の C/N 比は 28.8 と大きい。溶出液の C/N 比は 5.3 (4 試料の平均) であり、副資材(そば殻)のウエイトが大きいと考えられる。

< 発酵槽混合物溶出試験の分析結果 >

発酵槽混合物溶出液のT O C、塩化物イオン、電気伝導度は2回目試料採取時にそば殻投入の希釈効果が認められた他は、利用者数の増加に伴って高濃度化する傾向が認められた。

窒素については、2回目試料採取時以外は分析結果に有意な差はみられなかった。窒素形態について、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素はほとんど認められず、有機性窒素とアンモニア性窒素で構成されていた。好気性発酵はあまり進行していないと推測される。なお、有機性窒素とアンモニア性窒素との構成比は、概ね3(有機性窒素):1(アンモニア性窒素)であった。

大腸菌、大腸菌群についてはほとんど検出されなかった。

< 尿タンク液の分析結果 >

尿タンク液において大腸菌類(糞便性大腸菌、大腸菌群数)は検出されなかった。大便の混入はないと考えられ、大小分離式便器は適切に機能していたとも考えられる。ただし、本実証試験の対象機は男子トイレであり、ほとんどは小便器から流入したとも考えられる。

< 使用人数と水質の関係 >

塩化物イオン及び電気伝導度は、累積使用者数が増加するに伴い、溶出液が高濃度化する傾向が認められた。これら成分は基本的に発酵処理(生物処理)で分解処理される成分ではないため、使用人数の増加に伴って発酵槽で濃縮・蓄積されたものと考えられる。

一方、T O Cについても累積使用者数の増加に伴い、溶出液が高濃度化する傾向が認められた。これにより、有機成分の発酵分解がそれほど進行していないと考えられる。溶出液の窒素形態から判断しても発酵槽内の雰囲気は嫌気環境が主体であることが推測されており、処理速度が遅くなったことで処理しきれない有機成分が副資材(そば殻)に吸着していると考えられる。特に、3回目試料採取時と4回目試料採取時においては、トイレ利用者数がそれほど多くなかったにも関わらず、溶出液のT O C濃度は上昇した。気温が低いことで発酵槽温度も低下し、生物の処理速度がさらに低下したと考えられる。

窒素については、そば殻投入の影響があった2回目試料採取時を除けば、ほぼ同等の分析結果であったことから、累積使用者数との関係に有意な差は認められなかった。

6-6 試験結果の全体的まとめ

<稼働条件・状況>

実証試験期間における実証装置設置場所の最高気温は 32.1、最低気温-13.4 であった。ただし、この最低気温はシーズンオフ(冬期)の実績であり、シーズン中に限って集計すると、最低気温は -8.8 である。実証申請書記載の「適正稼働が可能な気温範囲:-20~50」の範囲内であった。

実証期間における実証装置の消費電力量は、実証試験期間内で合計 1,152.1kWh であった。この間の利用者数は 4,269 人であり、利用者 1 人当たりの電力消費量は 270Wh/人である。1 日当たりの消費電力量は、平均で 9.2kWh/日、最大で 10.0kWh/日、最小で 7.1kWh/日であり、実証申請書記載の消費電力量(9.6kWh/日)と同程度であった。電力消費の主たる要素は発酵槽ヒーターの稼働であり、外気温の影響を受けることによる季節的な消費電力量の変動も予想されたが、試験結果ではそれほど大きな差は認められなかった。比較的温暖な時期には、外気温による発酵槽温度低下の要素が小さい反面、利用者が多いことによる攪拌頻度の増加等により、発酵槽温度を低下させる要素が大きいと推測される。逆に、冬期等の寒冷期は利用者数が少ないことから発酵槽の攪拌頻度も少なく、発酵槽温度が下がりにくい要素があると考えられる。

実証試験期間における実証装置の累積使用人数は 4,269 人で、単純平均すると 1 日当たりの使用人数は 32.3 人/日であった。また、諏訪市の計測データによれば、平成 25 年度 4 月 1 日から実証試験開始時(8/22)までには少なくとも 7,975 人/日(7/29 時点)の利用実績があった。

実証試験期間中で平常時の処理能力(120 人/日)を超えたのは延べ 5 日であり、最も利用が多かった実績は 135 人/日であった。これらの利用ピークは一時的なものであり、平常時の処理能力を超える状態が相当期間続くことはなかった。利用条件としては想定の範囲内で良好であった。

<維持管理性能>

日常維持管理に示された作業は、容易に実施できた。また、専門維持管理に示された作業は、1 回当たり 2 人で 1 時間程度のものを計 4 回実施し、その作業は容易に実施できた。

本実証試験期間中においては、発生物の搬出・運搬はなかったが、尿タンクの液位上昇は確認された。尿タンクの貯留能力は 300L であり、実証試験終了時の貯留量 75L から判断して、貯留能力としてはまだかなりの余裕がある。ただし、長期間尿を貯留しておくことは維持管理上望ましくないため、適切な頻度で定期的に場外搬出することが適切と考えられる。

本実証試験期間中において特にトラブル等は報告されなかった。

維持管理マニュアルについては、主要機器一覧、製品仕様等の基本事項、維持管理要領等について記載されている。記載内容としては概ね適正と判断されるが、「開始・閉鎖時の対応」、「発生物の搬出及び処理・処分」に関する記述がないことは今後の改善課題である。また、維持管理要領において一部内容が分かりづらい部分も認められ、構成の見直しや写真・図のさらなる活用、Q & A の記載等について検討することが望ましい。

<室内環境>

実証試験期間における実証装置室温の最高温度は 30.9、最低温度-13.7 であった。ただし、この最低気温はシーズンオフ(冬期)の実績であり、シーズン中に限って集計すると、最低温度は-9.1

である。シーズン終了(11/12)以降、室温は概ね0前後で、最高温度でも10以下、最低温度は氷点下であった。

実証試験期間中において、車山肩公衆トイレ(バイオ R21)利用者に対する「室内環境アンケート」を行った。トイレ室内の臭気については「気にならない」が80%で最も多く、「許容範囲内である」(17%)と合わせると、全体の97%が許容範囲内と回答した。実証装置も含めて車山肩公衆トイレは清掃等の維持管理が行き届いており、ピーク時にはほぼ毎日清掃等日常管理を実施している。このような維持管理体制によってトイレは清潔に保たれていることが、アンケートの高評価につながっていると考えられる。また、トイレの構造に関する内容(機械設備の稼働音、発酵槽内部が見える構造)についても、「気にならない」と「許容範囲内である」を合わせて95%以上を占めていた。総合的には室内環境(臭気)、トイレの構造(音、構造等)ともにほとんどの利用者は許容範囲と回答しており、好評価が得られた。

アンケートの自由回答では幾つか改善要望が寄せられた。最も多かったのは「使用後に押すスイッチの位置が分かづらい」といった指摘である。スイッチの位置については、当初便器の近傍に設置していたが、必要以上に押される傾向があったことから、対策としてスイッチの位置を変更した経緯がある。これら利用者の意見を参考に、もう一度スイッチの位置を再検討してみることが望ましい。また、本システムの特徴である「大小分離セパレート便器」について、使い方が難しい等の指摘があった。説明書きの改善等を検討することが望ましい。

< 周辺環境への影響 >

実証対象装置は水不要式の発酵処理であり、処理水がトイレ系外に排出されることはなく、排水による周辺環境への影響はない。ただし、尿タンクに溜まった尿や、発酵槽混合物の一部は適宜外部搬出する必要があり、搬出先の確保・適正処理について確立する必要がある。

発酵槽内臭気は排気ファンにより24時間連続で排出される。臭突排出口(GL+2,800mm)付近では相応のアンモニアが検出されるが、直ちに拡散され、トイレ周辺に臭気を感じることはほとんどない。ただし、利用者数が多い場合等は臭突出口でアンモニアが高濃度となることもあり、その場合はトイレ周辺においても若干の臭気が認められることがある。

実証対象装置はコンパクトで設置面積が小さく、設置の際に大規模な土地改変は原則として実施されない。実証対象装置はトイレユニットから処理装置(発酵槽、尿タンク、他)までは自然流下で汚物が流れるため、トイレブースの床レベルと処理装置設置レベルに一定のレベル差を設ける必要がある。通常は、トイレブースの床レベルを高く設計するが、身障者対応等でトイレブースの床レベルが高く設定できない場合は、処理装置の設置レベルをGL以下にする必要がある。このようなケースは掘削が必要となる。

< 処理性能 >

実証試験の結果、本処理方式における処理性能に関して得られた知見を以下に示す。

現場測定結果

発酵槽内温度(シャフト付近)は9.9~41.9(平均26.2)であった。うち、シーズン期間(11/12まで)に限って集計した場合、最低気温は16.7である。全体的に発酵槽温度は低めであり、好気

性発酵(発熱反応)がそれほど進行していないことが推測される。発酵槽内温度(ケーシング付近)ではシーズン期間において温度変動幅が大きくなっているが、これは利用者が多い時期であり、使用後の槽内攪拌によって温度が低下したと推測される。槽内攪拌を行うことで発酵槽温度が低下するという事象から判断しても、好気性発酵はそれほど進行していないと推測される。ただし、発酵槽混合物の性状は、比重も軽く通気性も良好である。これは、そば殻を用いた効果と併せて発酵槽ヒーターによる乾燥効果によるところが大きいと考えられる。

発酵槽重量は 18.7~57.5 kg(平均 36.1 kg)の範囲で推移していた。大きく 3 つのピークが認められた。うち 2 つは利用者が多い時期に認められており、利用ピークによる一時的な利用者の増加が要因と思われる。もう 1 つのピークはシーズンオフ(冬期)時に認められており、利用者数がそれほど多くないにもかかわらず、発酵槽重量が増加している。気温低下に伴う発酵槽温度の低下による発酵または乾燥効率の悪化等が要因と考えられる。

トイレブース内の臭気については、硫化水素及びアンモニアともに検知管測定レベルでは検出されなかった。臭突の臭気(発酵槽臭気)については、硫化水素は検出されなかったが、アンモニアについては相応の濃度が検出された。利用者が多い時期については 100ppm のアンモニアが認められ、トイレ周囲にも若干のアンモニア臭が認められた。

発酵槽混合物、同溶出液、尿タンク液の分析結果

発酵槽混合物の含水率は 82.1~86.0%であり、発酵条件としては高めであったが、比重は 0.35~0.49 と軽く、大きな団塊も認められず、通気性も良好な性状であった。

発酵混合物の C/N 比は 28.8 であった。溶出液の C/N 比は 5.3 であり、副資材のウエイトが大きいと考えられる。

溶出液の TOC 濃度、塩化物イオン濃度、電気伝導度は、利用者数の増加に伴って高濃度化する傾向が認められる。窒素濃度については各分析結果に有意な差は認められなかった(2 回目試料採取時を除く)。窒素形態について硝酸性窒素や亜硝酸性窒素はほとんど認められず、また、発酵槽混合物の発酵温度がそれほど上昇しなかったこと等から、好気性発酵がほとんど進行していないと推測される。また、溶出液に大腸菌、大腸菌群数はほとんど検出されなかった。

尿タンク液において、大腸菌類(糞便性大腸菌、大腸菌群数)は検出されず、大便の混入はなかったと思われる。本装置の大きな特徴である大小分離セパレート便器の効果とも考えられるが、実証装置は男子トイレであり、ほとんどは小便器から流入したものである可能性が高いことも考慮すべきである。

使用人数と発酵槽混合物溶出液との関係

塩化物イオン及び電気伝導度は、累積使用人数が増加するに伴い、溶出液が高濃度化する傾向が認められた。これらの成分は基本的に発酵等の生物処理で分解される対象ではないことから、使用人数の増加に伴い発酵槽で濃縮・蓄積されることは容易に予想される。適切な時期に発酵槽混合物の一部入替等が必要と考えられる。

一方、TOC についても累積使用人数の増加に伴い、溶出液が高濃度化する傾向が認められ、有機成分の発酵処理がそれほど進行していないことが推測された。溶出液の窒素形態から発酵槽は嫌気処理が主体と推測され、発酵(生物処理)の処理速度が低下していることが考えられる。また、

気温低下時には、トイレ使用人数がそれほど多くなかったが、溶出液のTOC濃度の上昇が認められた。気温低下による影響で発酵槽温度も低下し、生物処理の処理速度がさらに低下したと考えられる。

窒素については、そば殻投入の影響があった2回目試料採取時を除けば、ほぼ同等の分析結果が得られたことから、累積使用人数との関係に有意な差は認められなかった。

7. 本装置導入に向けた留意点

7-1 設置条件に関する留意点

7-1-1 自然条件からの留意点

本装置の基本技術は好気性バクテリアを利用した発酵処理である。生物処理全般に言えることであるが、微生物が活発に活動できるような環境を整えることは、良好な処理機能を維持するための基本である。うち、発酵槽の温度は微生物の活動に影響を与える大きな要素であり、これを踏まえて自然条件の影響を考慮する必要がある。

実証装置の発酵槽には加温ヒーターが設けられており、ある程度の環境(気温)条件には対応可能である。ただし、加温ヒーターに頼りすぎると、消費電力量も増加し、ランニングコストにも影響する。低気温環境で使用する場合には留意が必要である。

実証装置は標高約 1,800m の地点に設置されており、11 月以降は最低気温が氷点下となる。実証装置は冬期も開放(利用可)して運用しているが、本実証試験において冬期に処理効率が低下することが確認された。山岳地域や寒冷地等で通年使用する場合には特に留意が必要である。

7-1-2 社会条件からの留意点

(1) 維持管理体制

トイレ設備を良好に維持するためには、清掃等によるトイレユニット(ブース)の清潔維持、機械設備の点検及び保守等の日常管理が大変重要である。日常管理を適正・確実に実施できる体制を整備することが必要である。本実証試験での利用者アンケートでは非常に高評価を得たが、トイレの日常管理が適切に実施されていた(ピーク時は毎日、平常時は週 1~2 回実施)ことが大きな要因と考えられる。

(2) 残渣の外部搬出

実証対象装置は非放流式の処理装置である。ただし、累積使用人数の増加に伴い、尿タンク液や発酵槽混合物(一部入替のため)の外部搬出が予想される。これらは、廃棄物処理法に準拠した適性処理が必要であり、輸送方法、処分方法・処分先等について検討しておく必要がある。また、これらは肥料としての農地活用も考えられるが、その際には肥料取締法等の関係法令にも留意する必要がある。

7-1-3 インフラ整備条件からの留意点

(1) 部品・機材等搬入道路、残渣の搬出道路

実証装置は、発酵槽(バイオ R21)、配管設備、電気設備、その他補機類からなる処理装置とトイレユニット(便器類)から構成される。これらは工場生産品であり、通常はこれら工場生産された構成設備を現地に搬入、組み立てる方法で施工する。このため、現地での施工期間は比較的短い利点がある。

実証装置は比較的コンパクトな装置であり、通常は地盤改良も必要としないが、安定地盤が確保されない場合は地盤改良の必要性も考えられる。この場合は、地盤改良機材の搬入方法等についても十分な留意が必要である。

発酵槽への汚物流入は、自然流下(落下)であるため、トイレユニットと発酵槽等処理装置の設

置にレベル差を設ける必要がある。通常はトイレブースの床レベルを高く設置するが、身障者対応等でトイレブースの床レベルを高く設定できない場合には、処理装置をGL以下に設置する必要がある、掘削を要する。この場合はコンボ等の重機搬入についても検討が必要である。

また、トイレを設置して運用を開始してからも、残渣(尿タンク液、発酵槽混合物)の外部搬出が見込まれるため、これらの搬出方法も検討する必要がある。

このように、現地への搬入・搬出道路の整備状況により、イニシャルコスト(本機施工に要するの工期や費用)、ランニングコスト(日常管理費、残渣搬出費用等)が大きく影響することに留意が必要である。

(2) 電力

本装置は電力が必要(概ね9.6kWh/日・基)であるため、原則として商用電力が確保できる地域が条件となる。

(3) 水

実証対象装置は、通常稼動においては特に水を使用しないが、トイレの使用回数が極端に少ない場合等においては発酵槽混合物の水分調整(水分補給)が必要となる場合もある。実証装置はシーズンオフ(冬期)においても稼動させていたが、この時期は利用者数が極端に少なく、尿による水分補給が追いつかなかったことから、若干の水補給を実施することがあった。通常の使用では水補給は不要と考えられる(実証装置においてもシーズン期間中においては水補給の実績なし)が、実証装置のように利用者数が著しく減少するような特殊なケースが想定される場合においては、水の使用についても検討する必要がある。水の補給については乾燥し過ぎた発酵物を湿らす程度のものであり、それほど多くの水量は必要としない。水道のインフラ設備がない場合は雨水の利用等が考えられるが、天候に左右されるので十分な検討が必要である。実証装置には雨水利用設備が設置されていたが、水の補給を実施したのは冬期であり、雨水の利用ができなかったため、維持管理業者がポリタンクで水を補給した。また、通常稼動で発酵槽への水補給が想定されない場合においても、維持管理(清掃等)等において水の使用が考えられるため、若干の水使用については検討しておくことが望ましい。

7-2 設計、運転・維持管理に関する留意点

7-2-1 設計上の留意点

(1) 処理能力の設定

実証装置の処理能力は平常時120人/日で、集中時460人/日と設定している。本システムは発酵槽重量と連動して、発酵槽混合物の水分が過剰と判断した場合、小便の移送先を尿タンクに自動切換するシステムである。よって、尿タンクの貯留能力に応じて、集中時の処理能力は自由に設定できるのが特徴である。ただし、あまり尿タンクへの流入頻度が多くなると場外搬出の頻度も増加するため、留意が必要である。原則として平常時処理能力を基本に設計し、尿タンクへの移送は一時的なピーク対応と設定することが適当と考えられる。

(2) 副資材の確保

実証装置は副資材としてそば殻を使用している。実証試験では発酵槽混合物の含水率が高めであったにも関わらず、見掛け比重は軽く(0.5kg/m³以下)、通気性も良好な状況であった。これはそば殻が必要以上に水分を吸収しなかったことが大きく、本システムにとって、そば殻は非常に適した副

資材であると考えられる。副資材は定常的な投入は不要であるが、発酵処理により嵩容量が減った場合や発酵槽混合物の部分入替（場外搬出時）時等の補充に必要となる。そば殻の入手方法について確認しておく必要がある。

（３）水分の補充

実証装置は水不要の乾式トイレであり、運用にあたって特に水は必要としない。発酵処理（生物処理）に供される水分は全てし尿（ほとんど尿）で賄うのが基本であるが、利用状況（トイレの使用回数が極端に少ない場合等）によっては発酵槽混合物の水分が必要以上に低下するケースも考えられる。通常使用では加水の必要性はそれほどないと考えられるが、本技術採用の際には水分補給の可能性を検討する必要がある。仮に水の補充が想定される場合、対策方法としては、本実証装置のように雨水貯留設備等を設置する方法、尿タンクに貯留されている尿を発酵槽に戻す方法、等が考えられる。雨水貯留設備を設置する場合は手洗いやトイレの洗浄水としても若干の水使用が可能であるといったメリットがあるが、天候に大きく影響するため、十分な検討が必要である。尿タンク液を発酵槽へリターンする方法は外部への搬出頻度を減らし、よりクローズドタイプに近いトイレとなるが、ポンプ等の設備が必要となる。なお、維持管理要領書に「ロードセルの重量が kg を下回った場合には尿タンクから柄杓によって 程度を便槽側に投入する」旨を記載することも一方法と考えられる。

（４）臭気

発酵槽の臭気は24時間連続で吸引され、臭突より屋外に排出される。発酵槽の臭気としては主にアンモニアが検出された。臭突から排出された臭気は直ちに希釈・拡散され、トイレ周辺に悪臭が認められることはほとんどない。ただし、排出される臭気のアンモニア濃度はトイレの使用状況や発酵槽の状況等により大きく変動すると考えられ、状況によっては高濃度のアンモニアが排出されることも推測される。実証試験においては1回目現地調査時（夏休みで比較的用户が多かった）に臭突付近で100ppmのアンモニアが認められ、トイレ周辺に若干の悪臭が感じられる場合もあった。臭突から高濃度のアンモニアが排出されることは留意しておく必要がある。トイレ周辺にまで悪臭（アンモニア臭）が頻繁に認められる場合には、臭突高さを調整するような対策も必要と考えられる。

7-2-2 運転・維持管理上の留意点

日常管理について、必要作業は容易に行うことができ、特に課題はみられなかった。日常管理はトイレの機能に直結する重要な事項であるので維持管理体制については十分検討する必要がある。

専門管理の作業性についても特に課題はみられなかった。なお、専門管理については、本システム設置者（オーナー）のほとんどがメーカーとパフォーマンス契約を締結しており、機器メンテナンスを含めた専門管理はメーカーが行う事例が多いとのことである。

事故や故障の発生時において迅速な対応を行うため、設置者、日常管理者、技術者、メーカー間等の連絡体制を明確にしておくことが重要である。

8. 課題と期待

8-1 今後の課題

実証試験により、実証対象装置の稼動状況、維持管理性能、室内環境、処理性能、周辺環境への影響等を確認したところ、自然地域トイレに求められる機能（処理水を系外に排出することなくし尿を衛生処理する機能）については良好な結果が得られ、本技術は「適用可能な段階にあり、有用な先進的環境技術」であると考えられるが、今後の検討課題もある。

8-1-1 インフラ面の課題

本実証装置は水不要の乾式トイレである。発酵処理に供される水分はし尿で賄われるのが基本であり、定常時においては運用にあたって水は原則必要としないが、トイレ利用状況によっては発酵槽混合物の水分が必要以上に低下するケースも考えられる。本実証装置ではシーズンオフ後に極端にトイレ使用者数が減少した際に過度の水分低下を防止する目的で若干の加水を行った（シーズン中の稼動においては水補給なし）。通常使用では加水の必要性はそれほどないと考えられるが、本技術採用の際には水分補給の可能性を想定して計画する必要がある。また発酵処理の観点以外においても、トイレの維持管理（清掃等）を考慮した場合、多少の水使用は不可欠であるので、水使用については計画しておくべきである。水道設備等のインフラが整備されていない地域に本技術を計画する場合には、本実証装置のように雨水貯留装置等を設置するなどの給水対策を検討する必要があると考えられる。

8-1-2 処理機能面の課題

（1）発酵処理の可能性

本実証装置は発酵処理を基本に設計された装置であるが、本実証試験においては、好気性発酵はほとんど進行しておらず、好気性発酵処理よりもヒーターによる乾燥処理の要素が大きいと推測された。ただし、このような状況においてもトイレの機能（し尿の衛生処理）としては十分得られており、運用に影響することはほとんどない。発酵槽混合物は、比重も軽く通気性も良好な性状であり、好気性発酵が進行する可能性は認められる。発酵槽内で好気性発酵が良好に進行すれば、発酵熱による加温効果もあってヒーターの稼動頻度の削減（電力消費量の削減）も期待できる。発酵促進策については今後の検討課題である。

（2）発生残渣の利用

本実証装置において外部搬出が必要となる発生残渣は、発酵槽混合物と尿タンク液である。搬出頻度はそれほど多くない（発酵槽混合物の部分搬出は1回/5年程度、尿タンク液は貯留状況により適宜）が、搬出先や処分方法等については確立しておく必要がある。なお、これらは廃棄物処理法に基づき適正処分する選択もあるが、肥料として農地利用する可能性も考えられる。その際には関係法令（肥料取締法等）に従い、別途検証する必要がある。

また、残渣の外部搬出については維持管理マニュアルにほとんど記載されていないので、必要事項を明記する必要がある。

8-2 今後の期待

本技術は電気、道路等のインフラが整備されている地域に適している。また、非水洗の乾式トイ

[付録] 主な実証項目の用語解説

用語	解説
SS:浮遊物質 (mg/L)	水中の濁り成分のうち、溶解しているものを除いた粒子径が 2mm 以下の固形物量を表し、水の濁り、汚れが進むと数値が高くなる。処理により SS が除去されると BOD も低くなる。一般に収集し尿は 1 につき約 18,000mg の SS を含んでいる。
pH : 水素イオン濃度指数	酸性、アルカリ性の度合いを示す指標。pH が 7 のときに中性で、7 より高い場合はアルカリ性、低い場合は酸性を示す。一般にし尿は、排泄時は弱酸性ですが、時間が経過すると加水分解されて弱アルカリ性を示す。
電気伝導率 (μ S/cm または mS/m)	水溶液の電気の通しやすさを表し、水に溶けているイオン総量を示す指標であり、塩類蓄積の指標となる。純水では電気伝導率はほぼ 0 に近い数値を示し、逆に不純物の多い水では電気伝導率は高くなる。
Cl ⁻ : 塩化物イオン (mg/L)	水中でイオン化している塩素を表します。通常の生物処理では塩化物イオンは除去されないため、洗浄水等によって薄められた倍率や濃縮された度合いを推定することができる。
TOC: 全有機炭素 (mg/L)	有機物中の炭素量を表す。有機物量が多く、水が汚れてくると TOC 値が高くなる。BOD の分析には 5 日間がかかるが、TOC は分析装置により短時間で分析できる。
T-N : 全窒素	有機性窒素化合物及び無機性窒素化合物に含有される窒素の総量。
NH ₄ -N : アンモニア性窒素 (mg/L)	アンモニウムイオンとして存在する窒素量を表す。アンモニアはタンパク質のような有機窒素化合物が分解して生成する。
NO ₂ -N : 亜硝酸性窒素 (mg/L)	亜硝酸イオンの形で存在する窒素量を表す。亜硝酸は、主にし尿及び下水に由来するアンモニアが生物化学的に酸化されて生成する。
NO ₃ -N : 硝酸性窒素 (mg/L)	硝酸イオンの形で存在する窒素量を表す。硝酸は、水中に存在する様々な窒素化合物が生物化学的酸化を受けて生じた最終生成物。
大腸菌群 (個/mL)	大腸菌及びそれに良く似た性質をもつ細菌の総称です。大腸菌は人や動物の腸管内に多く生息しているので、大腸菌が存在する水は、糞便や他の病原菌により汚染されている可能性があることを意味する。一般に収集し尿 1 mL 中には 100 万個以上の大腸菌が存在している。