



# 山岳トイレ技術セミナー 資料集

2009年2月19日-20日

技術を知ることから始まる山のトイレ対策



	2月19日(1日目)	2月20日(2日目)
	山岳における実証事例報告と、各地の取組み	山麓・海浜・離島における実証事例報告と、海外における山岳トイレ事情
開会 5分	13:00 開会あいさつ 環境省	9:30 開会あいさつ 環境省
全体説明 10分	13:05 総論・環境技術実証事業の経緯 (山岳トイレ技術分野の仕組みと制度) 森 武昭(WG*座長/神奈川工科大学 ホームエレクトロニクス開発学科 教授)	9:35 総論・環境技術実証事業の経緯 (山岳トイレ技術分野の仕組みと技術) 岡城 孝雄(WG検討員/(財)日本環境整備 教育センター調査研究グループ グループ リーダー)
実証事例報告 40分	13:15 実証事例報告と技術解説① ＜山岳編＞質疑含む  蝶ヶ岳:鈴木 富雄(技術実証委員/元長野県環境 保全研究所専門研究員) 一の越:大沼 進(実証機関・ 富山県立山センター所長)  コーディネーター:森 武昭(WG座長)	9:45 実証事例報告と技術解説② ＜山麓・海浜・離島地域編＞質疑含む  宝登山:伊与 亨 (技術実証委員/北里大学医療衛生学部専任講師) 竹富島:田港 朝幸 (実証機関/(社)沖縄県環境整備協会)  コーディネーター:岡城 孝雄(WG検討員)
展示見学 情報交流 60分 (35分)	13:55 展示見学・情報交流 展示各ブース 1) 実証メーカー等(第一公害プラント(株)、(株)地球環境秀明、(株)東陽綱業、ニッコー(株) (株)リンフォース、NPO法人自己処理型トイレ研究会) 2) 山小屋等(黒百合ヒュッテ、槍ヶ岳山荘、横尾山荘、一の越公衆トイレ) 3) 環境省(実証事業、山岳トイレ整備補助事業) 4) WG検討委員による技術相談コーナー(し尿処理全般、エネルギー)	10:25 展示見学・情報交流
他地域 事例 60分 (40分)	..... 自然環境エリアにおける今後のトイレ整備ニーズを考える .....	..... 自然環境エリアにおける今後のトイレ整備ニーズを考える .....
	14:55 地域の山岳トイレ事情 (各地域での山岳トイレ整備状況とトイレニーズ 状況、避難小屋等のトイレ対策のあり方について)  北海道:愛甲 哲也 (北海道大学大学院農学研究院准教授 博士(農学)) 丹沢大山地域:井田 忠夫 (神奈川県自然環境保全センター 自然公園課副技幹)  進行:穂苅 康治 (WG検討員/北アルプス山小屋友交會会長)	11:00 海外山岳トイレ事情 (海外山岳地でのトイレ整備と対応策の実態及び 山岳トイレ技術について)  大蔵 喜福 (社)日本山岳会 元自然保護委員長 アラスカ大学IARCマッキンリーリサーチリーダー)
		11:20 海浜における取組 (海浜地域におけるトイレ整備)  大谷 典明(福井県安全環境部自然保護課) 進行:相野谷 誠志(WG検討員/(株)蒼設備設計 設備設計部 課長)
質疑応答 15分	15:55 質疑応答 講師への質疑応答	11:40 質疑応答 講師への質疑応答
閉会	16:10 閉会あいさつ	11:55 閉会あいさつ
展示見学 情報交流 45分(30分)	16:15 展示見学・情報交流 17:00	12:00 展示見学・情報交流 12:30



## 山岳トイレ技術セミナー（資料集）

◆2月19日

総論・環境技術実証事業の経緯 . . . . . 01

実証事例報告と技術解説①山岳編

1) 蝶ヶ岳 鈴木 富雄 . . . . . 15

2) 一の越 大沼 進 . . . . . 23

自然環境理エリアにおける今後のトイレ整備ニーズを考える

地域の山岳トイレ事情

3) 北海道 愛甲 哲也 . . . . . 31

4) 丹沢大山地域 井田 忠夫 . . . . . 35

◆2月20日

総論・環境技術実証事業の経緯 . . . . . 45

実証事例報告と技術解説②山麓・海浜・離島編

5) 宝登山 伊与 亨 . . . . . 46

6) 竹富島 田港 朝幸 . . . . . 65

自然環境理エリアにおける今後のトイレ整備ニーズを考える

7) 海外山岳トイレ事情 大蔵 喜福 . . . . . 72

## 山岳トイレ技術セミナー 2009年2月19日（第1日目）

### ◆総論・環境技術実証事業の経緯

森 武昭

（WG座長／神奈川工科大学ホームエレクトロニクス開発学科教授）

### ◆実証事例報告と技術解説①

1) 蝶ガ岳

鈴木 富雄

（技術実証委員／元長野県環境保全研究所専門研究員）

2) 一の越

大沼 進

（実証機関／富山県立山センター所長）

### ◆自然環境エリアにおける今後のトイレ整備ニーズを考える

3) 地域の山岳トイレ事情：北海道

愛甲 哲也

（北海道大学大学院准教授博士（農学））

4) 地域の山岳トイレ事情：丹沢大山地域

井田 忠夫

（神奈川県自然環境保全センター自然公園課副技幹）





## ◆総論・環境技術実証事業の経緯

(山岳トイレ技術分野の仕組みと制度)

森 武昭(もり たけあき)

神奈川工科大学ホームエレクトロニクス開発学科教授

2003年度から発足した環境技術実証(モデル)事業検討員(山岳トイレ技術分野ワーキンググループ座長)。自然エネルギー(主に、太陽光、小水力)の専門家として、エネルギー供給システムについて登山者の立場から山岳トイレのあり方についてワーキンググループ座長を歴任。

## 環境技術実証事業 山岳トイレWGの経緯

### 実証事業開始頃の技術的課題

- (1) 方式の選択: 立地条件、インフラの整備条件、気象条件、負荷条件、コストを考慮する必要性は分かっていたが、データがほとんどなかった。
- (2) 技術レベル: 山岳地域では実績に乏しく手探り状態。維持管理面を含めて不安材料をかかえたまま導入が進められていた。(環境省も平成11年度から山岳トイレに補助金を交付)



環境省は平成15年度から「環境技術実証モデル事業」で、「山岳トイレし尿処理技術」を採択。

## 事業の目的

非放流式山岳トイレし尿処理技術について、その環境保全効果を第三者が客観的に実証し、情報公開する事業（評価・認定は行わない）

↓その結果

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が目的

実証済み技術にはロゴマークを交付

## 山岳トイレ技術分野の変遷

- ・平成15・16年度：環境実証モデル事業として、技術実証に係る費用を国が全額負担
- ・平成17～19年度：環境実証モデル事業として継続するが、試験に要する費用は申請者負担
- ・平成19年度～：本格的な事業化を目指して環境実証事業へ移行  
（取り組み内容を拡大・進化）

## 事業の目的

非放流式山岳トイレし尿処理技術について、その環境保全効果を第三者が客観的に実証し、情報公開する事業（評価・認定は行わない）

↓↓その結果

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が目的

実証済み技術にはロゴマークを交付

## 平成20年度までの実施状況

### 実証試験完了技術数

モデル事業（15～19年度） 11技術

実証事業（20年度～） 1技術

### 実証試験実施中

（本年度） 3技術



## 20年度までの実施状況

番号	申請者名	施設名	実証機関
1	(株)リンフォース	立山/一ノ越公衆トイレ	富山県
2	(株)オリエント・エコロジー	日光/中禅寺湖西岸	NPO法人山のECHO
3	(株)タカハシキカン	立山/大汝山(仮設置)	富山県
4	(株)リンフォース	丹沢/鍋割山	神奈川県
5	第一公害プラント(株)	上高地/横尾山荘	長野県
6	(有)山城器材	富士山/東富士山荘	静岡県
7	永和国土環境(株)	軽井沢/見晴台	NPO法人山のECHO
8	ニッコー(株)	宝登山ロープウェイ駅(仮設置)	NPO法人山のECHO
9	(株)東陽網業	白糸の滝付近(仮設置)	NPOグラウンドワーク三島
10	(株)ミカサ	竹富島カイジ浜	(社)沖縄県環境整備協会
11	ネボン(株)	山梨県昇仙峡	(財)日本環境整備教育センター
12	(株)地球環境秀明	北アルプス蝶が岳山荘	(財)日本環境衛生センター
試験中	(株)豊南コーポレーション	花見の里公衆トイレ	秩父市
試験中	(株)オリエント・エコロジー	日光/霧降園地公衆トイレ	(財)日本環境整備教育センター
試験中	(株)オリエント・エコロジー	日光/明智平	(財)日本環境整備教育センター

番号	施設名	標高(m)	大分類	小分類	特色
			水使用の有無	処理方式	
1	立山/一ノ越公衆トイレ	2,700	水使用/(簡易水洗)	生物処理	土壌
2	日光/中禅寺湖西岸	1,270	水使用	生物処理	薬剤添加
3	立山/大汝山	3,000	水不用	生物処理	木質
4	丹沢/鍋割山	1,273	水使用/(簡易水洗)	生物処理	土壌
5	上高地/横尾山荘	1,620	水使用/(簡易水洗)	生物処理	土壌
6	富士山/東富士山荘	2,000	水使用	生物処理	カキガラ
7	軽井沢/見晴台	1,200	水使用	生物処理	カキガラ
8	宝登山ロープウェイ駅/(仮設置)	213	水使用	生物処理	膜

番号	施設名	標高(m)	大分類	小分類	特色
			水使用の有無	処理方式	
9	白系の滝付近/(仮設置)	455	水使用	生物処理	木質
10	竹富島/カイジ浜	0	不要	生物処理	木質
11	山梨県/昇仙峡	550	水使用	生物処理	プラスチック
12	北アルプス/蝶が岳山荘	2,670	水使用	生物処理	薬剤添加
試験中	花見の里公衆トイレ	266	水使用	生物処理	木質
試験中	日光/霧降園地公衆トイレ	760	水使用	生物処理	プラスチック
試験中	日光/明智平	1,270	水使用	生物処理	プラスチック

## 実証試験の成果

1. 技術的に山岳地域への適用の可能性  
に対して定量的なデータを得ている。
2. メーカーが明示している仕様を実フィールド  
で満たしているか否かが明らかになっている。
3. 山岳トイレの問題点がより鮮明になってきた。

### 3. 山岳トイレの課題

- (1) 実証試験で得られた結果を基に、誰（どの機関）がどのように評価するか。
- (2) 設置希望者が各種条件を基にどの方式を導入すべきか、分かりやすい指針を示す必要がある。
- (3) 方式によっては、保守のためにある程度の期間の実績を見ないと評価が難しい。

### 3. 山岳トイレの課題（利用者側）

- (4) トイレ利用者のマナーが重要な要素となる（例えば紙の分別の徹底など）。
- (5) 利用者による保守費用の負担（有料制またはチップ制）。
- (6) トイレ未整備山域でのマナーの徹底



## 対象範囲の拡大

立地対象範囲：山岳地域だけでなく、山麓、海岸、離島などの自然地域に拡大

技術対象範囲：公共用水域等に放流・排水しない「非放流式」

## 事例データベース化の検討

- データベースの対象範囲  
環境実証(モデル)事業で実証した技術のトイレ+環境省が山岳トイレ整備で補助したトイレ+その他の山小屋で設置したトイレ(把握できた分)
- データベースの利用方法の例  
標高、気象条件、負荷条件(利用状況)などから検討対象となる技術を検索できるシステムの構築



## データベースのイメージ

NO ●県	公園種別 国定公園	建物名称 ●●●●公衆便 所	稼働期間 12ヶ月	設置者 ●県	設置場所 屋外
標高 1270	最高気温 28.1	最低気温 -7.8	積雪 5cm	施工期間 8ヶ月	
電力確保 自然エネルギー	消費電力量 5kWh/d	水の確保 雨水	使用水量 500cc		
物資輸送 ヘリコプター	燃料 不要	燃料費 0	燃料運搬費 0		
利用者数 30人/d	ピーク時概算 150人/d	処理能力	提示処理能力 60人/d		
検討者の設置環境をもとに検索			処理方法 非放流式	メーカー ●●●●	

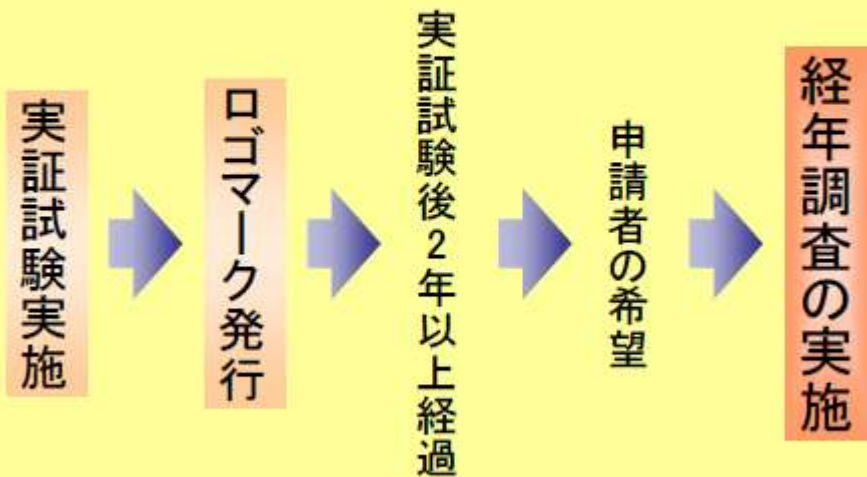
## 経年調査手法の検討

- ・ 実証した技術の大部分は新設分
- ・ 設置後、経年変化を把握することが重要

具体的には

- 設置後、時間が経過した設備での維持管理状況の把握
- 周辺環境への影響を把握
- 改良点や維持管理コストの確認

## 経年調査の流れ



## 山岳トイレに関するアンケート

調査対象: 83件(環境省からの補助事業  
75ヶ所、長野県単独補助事業8ヶ所)

回収: 65件(回収率78%)

平均事業費: 3,386万円

平均し尿処理装置費: 956万円

平均1ヶ月あたりの維持管理費: 19.6万円

平均1回使用あたりの維持費: 116円

## トラブル発生内容

1. 登山者のマナーに起因するトラブル(8件)  
ゴミ混入 4件 利用方法の間違い 4件
2. 機器に関するトラブル(12件)  
所期性能未発揮 3件 発電不足 4件  
洗浄水などの凍結 5件
3. 維持管理に関するトラブル(25件)  
含水率の上昇 3件 機器の故障など 8件  
配管詰まり 5件 臭気の発生 7件  
水温調整の不具合 2件

## トイレに関する悩み

処理性能:9件  
臭気の問題:3件  
維持管理の作業性:10件  
維持管理費用:19件  
利用者マナー:9件  
その他:6件  
総計 56件

## 実証機関となるメリット・デメリット

- 山岳トイレに関する情報を常時入手することが可能
- 自らが設置したまたは設置しようとしているトイレ技術を、専門家から客観的に分析してもらえる
- 山岳環境保全への取り組みをアピールできる
- 問題点としては予算と人員の確保が必要

## 申請者のメリット

- 技術・性能データを収集できる
- 専門家により客観的に分析してもらえる
- 技術的な改良点の指摘などを通して、実質的に技術的なアドバイスを受けられる
- 実証事業に参加することにより信用力が高まることが期待できる(ロゴマーク)
- 自治体や山小屋へのアピールになる



**メーカーとしては、**  
**一定の経済的負担はあるが、**  
**本事業への参画を通して、**  
**自社製品の開発・改良を進めて**  
**技術力を向上させるとともに、**  
**PR効果を生かして、販売促進の**  
**一助にしていきたい。**

### 今後の実証試験への期待

1. 設置後の特性試験のコストダウン化(多くのメーカーが参加できる体制作り)
2. 年1回程度の簡易試験による長期的な性能チェック(健康診断的な発想)→一部実行へ
3. データを基に、環境条件・設置条件に対応した適切な処理方式の選択肢の提供(処理方式の性能評価は困難だが、選択肢を絞り最終的に決定するためのデータを提供する)→実行へ第一段階
4. 手続きの簡素化
5. 多くの山域からの参加

## エネルギーの専門家として

- 電力を必要とする方式では、トイレ本体と同じ程度またはそれ以上のコスト負担となっている(電力源確保の重要性)
- 立地条件や負荷(トイレで使用する電力の条件)を考慮した適切な電力供給システムとなっていないケースが多々生じている
- 結果としてトイレが機能しなかったり、過剰投資と思われるケースが見受けられる



## ◆実証事例報告と技術解説①山岳編

### 1) 蝶ヶ岳

鈴木 富雄(すずき とみお)

元長野県環境保全研究所専門研究員

2003～2007年:山岳トイレ技術分野ワーキンググループ検討委員。

2003年:技術実証委員(実証機関富山県)。

2004～2005年:長野県環境保全研究所においてモデル事業の実証試験を実施。

2007～2008年:技術実証委員(実証機関(財)日本環境衛生センター)。

1989～2007年:長野県環境保全研究所にて、山岳地域におけるし尿処理技術の開発研究、実証試験等を実施。

## 1. 実証機関、実証申請者/環境技術開発者

- 1) 実証機関:財団法人日本環境衛生センター
- 2) 実証申請者/環境技術開発者:株式会社地球環境秀明

## 2. 実証試験場所等の概要

- 1) 実証試験場所:長野県/北アルプス/蝶ヶ岳/蝶ヶ岳ヒュッテ/標高2,670m
- 2) トイレ利用期間:5月～10月
- 3) 使用済トイレトペーパー:分別回収

## 3. 実証装置の概要

- 1) し尿処理方式:生物処理方式
- 2) 名称:自己完結型バイオリサイクルトイレ「オーガニックビュー」I型  
(トイレユニット1基増設合計3基)
- 3) 寸法:W3,600mm×D2,900mm×H2,870mm
- 4) 重量:12t(張り水を含む)
- 5) 適正稼働が可能な気温:5～40℃
- 6) 処理水(再利用水あるいは循環水、以下同様)質:  
設計計算上の計画水質:発酵槽出口BOD1,300mg/L、沈殿槽出口BOD10mg/L  
仕様書に記載された処理水質:pH6.5～8.5、BOD30mg/L、大腸菌群数3,000個/mL
- 7) 稼働期間:平成17年6月19日～(11月上旬～4月下旬閉鎖)
- 8) 処理工程及び処理槽等の概要

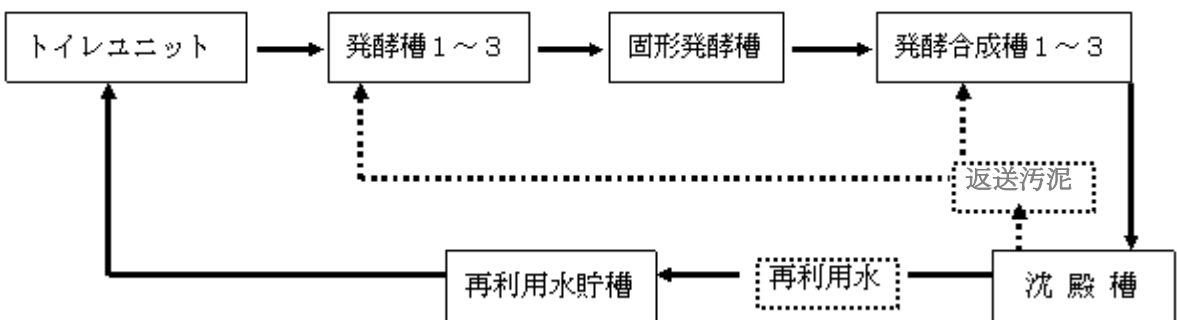


図1 実証試験対象装置の処理工程概要



- ・ 装置立ち上げ時に、発酵槽、固形発酵槽、発酵合成槽、沈殿槽、貯水槽へ初期水約9m<sup>3</sup>を張り、菌床、EMBCモルト、増殖液、糖みつ等を投入後ばっ気処理。運転中は、必要に応じこれらを追加投入。
  - ・ 発酵槽1～3:ばっ気強度3.6～5.4、1.8～4.6、3.2～7.9m<sup>3</sup>/(m<sup>3</sup>・h)  
(報告書表4-1実証装置の設計計算より換算)。
  - ・ 固形発酵槽:鉍物を接触材として充填。ばっ気強度3.2～7.9 m<sup>3</sup>/(m<sup>3</sup>・h)  
(報告書表4-1実証装置の設計計算より換算)。
  - ・ 発酵合成槽1～3:ばっ気強度0.95～2.4m<sup>3</sup>/(m<sup>3</sup>・h)  
(報告書表4-1実証装置の設計計算より換算)。
- 9) 必要電力:8.0kWh/日。
- 10) 処理能力:平常時200回/日、集中時500回/日。
- 11) 特徴<(株)地球環境秀明のパンフレットより引用>
- ・ 悪臭不発生。
  - ・ 汚泥が出ない。
  - ・ 汲み取りコスト不要。
  - ・ 完全循環型により、排水・注水不要。

## 4 実証試験内容及び方法の概要

### 4.1 主に実証試験要領に準拠したもの

#### 1) 運転及び維持管理方法

- ・ 日常管理、専門管理は実証申請者が作成した維持管理マニュアルに沿って、蝶ヶ岳ヒュッテが実施。トラブル対応は、同ヒュッテと実証申請者が実施。

#### 2) 現地調査・試料採取

- ・ 平常時、集中時、集中時後、低温期、装置停止時及び立ち上げ時に実証機関が実施。具体的には、平成19年6月11日、8月14日、9月18日、10月22日、10月29日(装置停止)及び平成20年5月30日(装置立ち上げ1か月後)の合計6回。

#### 3) 稼働条件・状況

- ・ トイレ利用人数:利用者カウンターを設置し測定。  
初期水量:始動時に測定。  
汚泥堆積状況:汚泥点検窓より目視により測定。  
消費電力:電力計により1日1回定時刻に測定(電力計故障により実施困難)。  
気温:温度自動計測器により1時間に1回測定。

## 4) 維持管理性能

- ・ 日常管理者用取扱説明書及び専門管理者用維持管理要領書により実施。

## 5) 室内環境

- ・ 温度は、自動計測器により測定。
- ・ 臭気・換気は、調査者の感覚により判定。
- ・ 許容範囲は、利用者へのアンケート調査結果を解析。

## 6) 処理性能

### 測定箇所及び測定項目

- ・ 施設運転時には、発酵槽1、固形発酵槽、発酵合成槽1の原液について、pH、臭気、MLSSを、またろ液についてBOD、COD、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、TN、Cl、色度、TP、TOC、ECを試験室分析。
- ・ 発酵槽1～3、固形発酵槽及び発酵合成槽1～3において、外観、pH、DO、ECを、固形発酵槽及び発酵合成槽3において水温、SVを現地測定。
- ・ 沈殿槽において、汚泥蓄積状況、外観、水温を現地測定、また返送汚泥について、臭気、MLSS、TS、強熱減量を試験室分析。
- ・ 貯水槽において、水量保有状況、外観、水温、pH、EC、透視度を現地測定。臭気、pH、BOD、COD、SS、TN、Cl、色度、大腸菌群数、TP、TOC、ECを試験室分析。以上の他、装置停止時には、発酵槽1～3及び発酵合成槽1～3について外観、水温を現地測定、またこれらの上澄液について、pH、EC、BOD、COD、SS、TN、Cl、色度、TP、TOC、大腸菌群数を試験室分析。

## 4.2 技術実証委員会における検討要望事項等

- 1) 利用に伴い装置内に投入された水分(尿等)の行方。
- 2) 余剰汚泥の発生の有無。
- 3) 生物処理では除去困難と考えられる成分の除去効果。
- 4) 越冬時における汚泥、上澄液の処分方法。
- 5) 処理水の系外排出に伴う環境影響。
- 6) 悪臭発生の有無、汚泥引き抜の有無(実証申請者希望)。
- 7) 実証期間が実質半年なので、十分な実証が可能か懸念(事務局)。

## 5. 主な実証試験結果及び考察

### 1) 平成19年度装置立ち上げ時における作業:

- ・ 初期水:装置立ち上げ時には、装置内への初期水の水張り作業を行った。今回は雪解け水(8~9m<sup>3</sup>)を使用した。雪解け水の確保が困難な場所では、これに代わる水の確保が必要である。

菌床等:処理槽内には、水張り後、菌床、EMBCモルト、増殖液、糖みつの添加を行った。低地で保管した菌床の移送が必要である。

### 2) 増殖液使用量:

処理機能が低下した場合、必要に応じて投入した(600~700mL/回)。7月後半から8月はほぼ連日投入した。実証期間中の総投入量は15.3Lであった。

### 3) トイレ利用回数:

平成19年6月11日~10月27日の間における累積トイレ利用回数は18,017回、平均利用回数は132回/日で、平均利用回数は計画処理能力200回/日以下であった。また、最大使用回数は451回(処理機能不安定のため使用制限実施)で、計画処理能力500回/日以下であった。

### 4) 気温:

気温(室温)は4.3~23.4℃、平均14.2℃で、概ね適正稼働が可能な範囲(5~40℃)であった。

### 5) 水温:

発酵槽6.4~20.3℃、発酵合成槽6.0~20.6℃の範囲で変動幅が大きく、周辺気温等の影響を受けることが確認された。処理工程間の温度差はほとんどなかった。

### 6) トイレブースの臭い:

アンケート調査の結果、トイレブースの臭いに関し許容範囲と回答した人の割合は81%であった。ただし、ピーク時には、許容範囲と回答した人の割合は57%に低下した。

### 7) 洗浄水の色及び濁り:

アンケート調査の結果、全体で85%が許容範囲との回答であったが、使用回数の増加に伴い割合は低下した。

8) 処理性能等(平成19年度の調査結果による):

表1にシーズン末(10月27日)における発酵槽1及び発酵合成槽3上澄液の分析結果を示す。各成分は、前者に比べ後方で濃度が低下する傾向を示したが、Clは生物処理では除去困難と考えられる。したがって、表1のB/Aの値がClの値に近い場合は、張り水による希釈効果の影響が大きい可能性があると考えられる。

表1 装置停止時における槽内上澄液成分の比較

	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	TOC (mg/L)	EC ( $\mu$ S/cm)	TDS (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	Cl (mg/L)
発酵槽1上澄液(A)	110	2,100	540	17,000	8,200	2,300	300	2,200
発酵合成槽3上澄液(B)	21	1,200	370	12,000	6,200	1,400	230	1,600
B/A	0.19	0.57	0.69	0.71	0.76	0.61	0.77	0.73

- ・ 処理水のpHは、いずれも6.5～8.0の範囲であった。
- ・ 処理水のBODは何れも10mg/L以下(2.6～9.9mg/L)であった。
- ・ 処理水中には、いずれの調査時にも大腸菌群は認められなかった(ただし、無菌状態とはいえない)。
- ・ 処理水のCOD、TOCは、それぞれ23～1,200、13～350mg/Lで、いずれも利用回数の増加に伴って増加した(報告書図6-4-3、6-4-4)。なお、第1回目の調査までのトイレ累積利用回数は1,590回であった。
- ・ 処理水のTN、TPは、それぞれ12～1,400、5.4～210mg/Lで、いずれも利用回数の増加に伴って増加した(報告書図6-4-8、6-4-10)。  
処理水のSS、TDSは、それぞれ5未満～65、120～5,600で、いずれも利用回数の増加に伴って増加した(TDSについては報告書図6-4-6)。
- ・ 処理水のEC、Clは、それぞれ230～12,000  $\mu$  S/cm、22～1,500 mg/Lで、いずれも利用回数の増加に伴って増加した(報告書図6-4-6、6-4-15)。
- ・ 処理水の外観は、微黄色→茶褐色→濃茶褐色に変化した。
- ・ 処理水の色度は、130～4,000度で、利用回数の増加に伴って増加した(報告書図6-4-12)。
- ・ 以上の結果は、長期間ばっ気処理することにより、大腸菌群や易分解性成分に起因すると考えられるBODは比較的良好な処理効果が得られるが、ばっ気処理では除去困難な成分、あるいは難分解性の成分は利用回数の増加に伴い循環水中に蓄積してゆくことが明らかにされた。



- 4月25日～10月27日の累積利用回数19,607回と原単位0.2L/回から、営業期間中のし尿総流入量は3,921L、平均では21L/日となる。槽容積を9m<sup>3</sup>とする  
と滞留時間は429日と計算され、シーズン中のトイレ利用期間(185日)はその  
1/2以下であった。

## 9) オーバーフロー水:

ピーク時等利用回数の多い時期には、装置からのオーバーフロー水が発生した。平成19年6月～10月に発生したオーバーフロー水の総量は1,510Lで、この間に処理槽内に流入した汚水量3,603L(使用回数18,017回、原単位0.2L/回を使用して試算)の42%であった。また、ピーク時(8月)に発生したオーバーフロー水は880Lで、流入汚水量1,365Lの64%であった。本処理装置の設置に当っては、オーバーフロー水の処分法について検討が必要である。なお、当施設ではオーバーフロー水は、外部公衆トイレに投入し、ある程度脱臭効果が確認された。

## 10) 余剰汚泥:

使用回数の増加に伴い、SVが増加した。

実証期間中は余剰汚泥の発生はなかったが、状況によっては発生する可能性がある。

## 11) 装置の停止時における汚泥、上澄液の引き抜き等:

装置の停止時には、処理槽内に蓄積された沈殿汚泥の引き抜き(約400L)・低地への輸送・低地での保管を行った。また、汚泥以外の上澄液を引き抜き、既設トイレへ移送後、専用の浸透槽へ移送した。本処理装置の設置に当っては、上澄液の処分法について検討が必要である。

## 12) 電力使用量:

電力計による計測データは得られなかったが、デマンド電力等から計算すると7.2～12kWh/日と推定される。

## 13) 平成20年装置の立ち上げ:

平成20年4月28日～5月4日初期水の水張り、菌床等の投入実施。5月5～6日悪臭発生のため菌床再投入。

## 14) トラブル対応

全体的に発泡が認められ、泡のオーバーフローが発生した。増殖剤や酵素剤(EMBCモルト)を添加し対処した。

便槽への異物混入により、移送管の目詰まりとそれに伴うオーバーフローが発生した。

## 6. 装置導入に当たっての主な留意点

- 1) 立ち上げ時の初期水の確保について検討が必要である。
- 2) 処理槽内の水温を適温(5~40℃)に保持し、気温の影響を直接受けない対策(室内設置や保温)をすることが必要である。
- 3) ピーク時等にはオーバーフロー水、余剰汚泥が発生する場合もあるので、これらの処分法について検討が必要である。系外搬出の場合は、その手段の検討も必要である。
- 4) ピーク時には、一時的に処理能力の低下や臭気発生が認められたので、ピーク時処理能力をやや少なめに見込む必要がある。
- 5) 運転には24時間電力供給が必要なので、自家発電等可能な対策が必要である。
- 6) 装置停止時における上澄み液の処分方法(搬出方法を含む)、菌体の一時保管場所及び移送方法について検討が必要である。

## 要 約

本装置は、処理装置内に予め初期水約9m<sup>3</sup>を張り、ここに菌床、EMBCモルト、増殖剤等を添加し、長期間ばっ気処理を行いながら、処理水をトイレの洗浄水として循環再利用する方式である。

比較的強いばっ気強度で長期間ばっ気処理するため、易分解性成分に起因すると考えられるBODは、設計計算上の計画水質(10mg/L)以下まで処理された。また処理水中に大腸菌群は認められなかった。

処理水中のCOD、TOC、EC、TDS、TN、TP等は、いずれもトイレ利用回数の増加に伴い増加し循環水中に蓄積した。

処理水は循環・再利用されているが、逐次投入される尿等の水分の多くは、利用中に処理槽から流出するため、その処分法の検討が必要である。

装置停止時には、菌床の抜き取り、低地への輸送、保管が必要とされる。また、菌床以外の上澄液も処理槽から引き抜くため、その処分法の検討が必要である。

\* 以上は主に「(財)日本環境衛生センター(平成20年8月)山岳トイレし尿処理技術実証試験結果報告書」より引用・作成した。



## ◆実証事例報告と技術解説①山岳編

### 2) 一の越

大沼 進(おおぬま すすむ)

富山県立山センター所長

中部山岳国立公園(立山地域)における施設整備及び施設管理を担当

- ・富山県快適トイレ推進プランの策定に参画
- ・環境に配慮した山岳公衆トイレの整備
- ・安全と環境に配慮した登山道等の整備
- ・2002年国際山岳年記念「第4回全国山岳トイレシンポジウムin富山」を日本トイレ協会と共同企画運営
- ・2003年環境技術実証モデル事業(山岳トイレ技術分野)の実証機関を担当

## し尿処理方式(注)

## 土壌処理方式

実証機関

富山県生活環境文化部自然保護課  
TEL076-444-3399 FAX076-444-4430

実証申請者／環境技術開発者

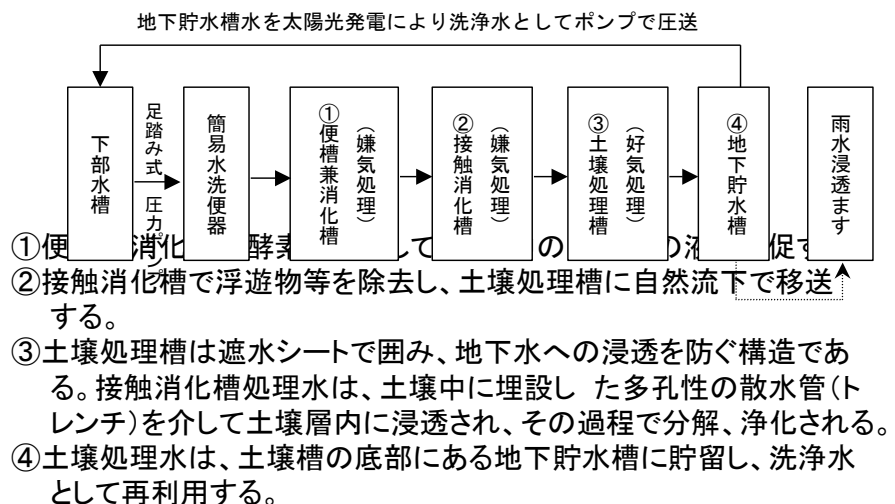
(株)リンフォース  
TEL0467-33-0500 FAX0467-33-0501

### (1)実証装置の概要

#### 装置の特徴

- ・本装置は、土壌粒子による吸着やろ過作用、あるいは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。
- ・便器は、1回あたりの洗浄水量が250ccの簡易水洗便器を使用している。
- ・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。
- ・雨水が土壌処理水と混ざるのを防ぐため、雨水は別途雨水浸透ますから系外に地下浸透させる工夫がなされている。
- ・商用電力がない場所でも設置でき、処理水の循環に圧力式の足踏みポンプを用いるところに特徴がある。

#### し尿処理フローおよび解説



※地下貯水槽から下部水槽への処理水の移送、および下部水槽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。



(2) 実証試験の概要

① 実証試験場所の概要

所在自治体	富山県
山岳名	■山岳名: 立山・一の越 ■山域名:北アルプス ■標高:2,700m
トイレ供用開始日	平成14年 7月(トイレを設置し使用し始めた日)
トイレ利用期間	( 通年利用・シーズンのみ利用 ) ※シーズン期間:7月1日～10月14日



①全景、②土壌処理部（写真①の建物奥側に設置）、③④トイレブース内

②実証装置の仕様および処理能力

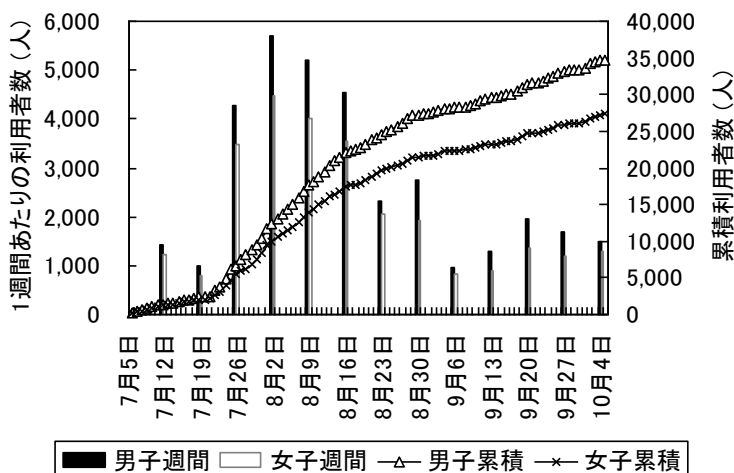
項目	仕様および処理能力	
装置名称	名称:サンレット、型式:FT-Ⅱ	
寸法	建屋部分:71.0㎡(w5,920mm×d12,000mm) 土壌処理部分:81.3㎡、接触消化槽部分:2.6㎡ (w1,550mm×d550mm×3基) その他0.8㎡(L7,600mm×φ100mm) 合計:155.7㎡	
便器数	男(大:和1洋1、小:3)、女(洋1和5)、共用(—)	
処理能力等	利用人数	平常時:1,000人回/日、利用集中時:1,500人回/日
(設計・仕様)	必要水量	初期水量:10㎡、 補充水量:0㎡
	必要電力	必要電力:0.15kW、消費電力量: — kWh/月
	必要燃料	不要
	自然エネルギー利用	目的:揚水ポンプによる処理水の下部水槽(洗浄水)への移送 種類:ソーラーパネル 仕様:公称最大出力979W以上 (61.2W/枚以上×16枚)
	稼動可能な気温	0℃以上
	専門管理	1回/年程度
	搬出が必要な	発生物の種類:汚泥
	発生物	発生物の量と頻度:使用条件により異なる
		最終処分方法:生活排水処理汚泥として処理、処分

(3) 実証試験結果

①稼動条件・状況

項目	実証結果
試験期間	試験期間:平成15年10月15日～平成16年10月5日(357日間) 越冬期間:平成15年10月15日～平成16年7月4日(264日間)
利用状況	利用者数合計:62,182人(92日間)
	集中時:7月17日～8月15日(30日間)、最高:2,303人回/日、平均:1,194人回/日
	平常時:最高1,168人回/日、平均:425人回/日
ペーパー	使用済みペーパーの取り扱い:(便槽投入・分別回収)
有料・チップ制	男女の各トイレ入口にチップを入れるボックスを設置している。
気温	最高:22.6℃、最低:2.2℃、平均:10℃
消費水量	初期水量:10m <sup>3</sup> 、補充水量:0m <sup>3</sup> (今後は汲み取り時の補充水等で必要になると考えられる。) 水の確保方法:上水・雨水・沢水・湧水・その他( )
消費電力	必要電力:0.15kW 電力の確保方法:商用電力・自家発電・その他(太陽光発電)
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、その他(試験期間中は無し))

利用者数グラフ



■試験期間を通して、男子の利用者数が女子よりもやや多い傾向を示した。

■夏休みシーズンの大きなピークと、秋の小さなピークが認められ、1日あたりの利用者数は最大2,303人(男女合計)を示した。

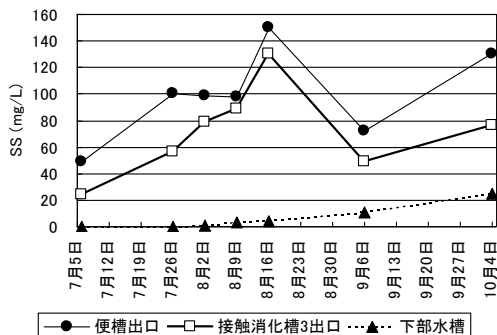
②維持管理性能	
項目	実証結果
日常管理	1回あたりの作業量:1人で約30分、実施頻度:1回/日
専門管理	1回あたりの作業量:最低2人で約2時間10分
開閉山対応	1回あたりの作業量:開山時、閉山時とも3人で2時間
発生物の搬出及び処理・処分	無し(試験期間中は必要なかったが、長期的には汚泥等の汲み取りが必要になる。)
トラブル内容	①下部水槽の凍結(越冬期間中)、②点検升のフタが飛ばされた(台風時)
ランニング	電力使用料または電力用燃料費                      —   円/月
コスト	水使用料    —   円/月
(空輸代除く)	消耗品使用料    平均7,500円/月、内容:酵素代
	発生物等の運搬・処理費                                      —   円/回
	その他    —   円/月

汚泥等の搬出作業	試験期間中は必要なかったが、将来的には汚泥等の引抜きが想定されるので、汚泥の搬出方法、受け入れ先の調整等が必要である。
維持管理マニュアル	日常管理には複雑な作業がないため、マニュアルだけでなく現場指導が効果的であると判断された。一方、専門管理については分かりやすく図示することが必要と考えられる。

③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	許容範囲内と回答した人は69%
b.トイレブースの明るさ	許容範囲内と回答した人は75%
c.洗浄水の色やにごり	許容範囲内と回答した人は75%
d.足踏みペダルの使い勝手	許容範囲内と回答した人は48%、改善すべきは29%



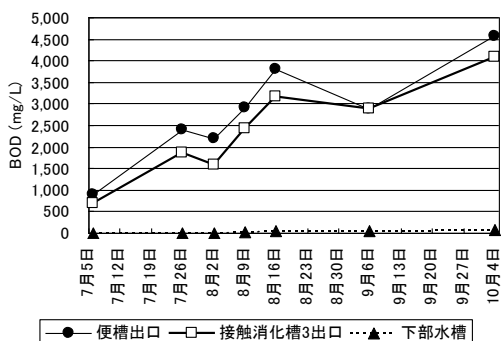
## ④処理性能



試験期間中、1日あたりの利用者数が1,500人を超過した日数が6日間あったが、大きなトラブルは発生しなかった。

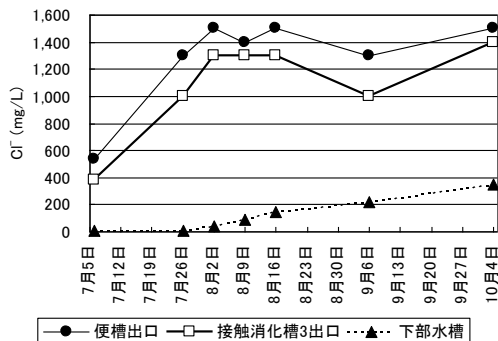
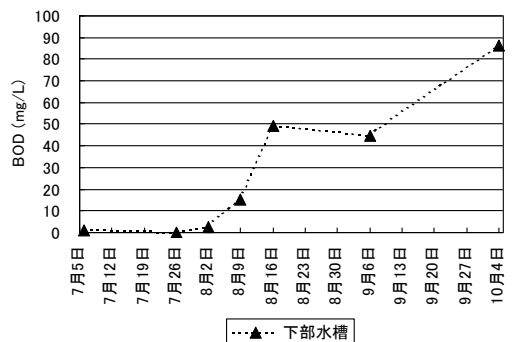
9月6日の調査時には、多量の降雨によって槽内水が希釈され、各水質の値が低下した。

便槽兼消化槽では、固形物の沈殿分離および出口部分に設置されたフィルターの効果によって、大部分のSSが除去された。



処理水(下部水槽)のBODは、7月に開山した後、1ヶ月間は10mg/L以下であったが、利用集中時以後は上昇傾向を示した。

土壌処理槽では、塩化物イオンが便槽兼消化槽の1/4~1/5であったのに対し、BODは1/30~1/40であったことから、有機物の分解が進行したことが確認された。



### (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

土壌処理槽設置のために比較的大きな面積が必要になる。また、特殊土壌を客土として搬入するため、周辺植生などに影響を与えないような配慮が必要である。

施工時に地盤の掘削やコンクリート打設等が必要になる。工事内容や資機材搬入、工期・費用面での十分な検討が必要である。

供用開始時までに土壌処理槽や便槽等に一定量の水を張る必要がある。そのため、事前に雨水貯留等を検討しておく必要がある。

## (4) 本装置導入に向けた留意点

### ②設計、運転・維持管理に関する留意点

トレンチの水平を確保すること、トレンチおよび雨水浸透ますへの流入量や水質の確認および調整が可能な点検口の設置や点検方法を検討することが必要である。

処理装置は地下埋設構造であるが、地上部分の凍結や強風対策、土壌処理部分への積雪対策などに充分配慮する必要がある。

簡易水洗便器は普通水洗便器よりは汚れやすい傾向にある。便器やトイレブース内の清掃作業性、臭気対策に配慮する必要がある。

日常管理に加えて、定期的な専門管理が装置の機能を大きく左右する。専門管理は、相応の技術、知識を持ってあたらなければならない。

降水により、土壌処理槽内に大量の雨水が浸透した場合、土壌処理水が雨水浸透ますを経由して槽外に流出することが懸念される。これを防ぐための方法を検討する必要がある。

## (6) 課題と期待

### ②設計、運転・維持管理に関する留意点

#### [設置条件]

- ・本装置は一定の初期水が確保できれば、電気や道路がない場所でも導入することができる。そのため、社会インフラが十分でない山岳地のような厳しい条件でも、本装置により、一定の快適性を確保したトイレ整備が可能である。

#### [技術改良]

- ・本装置を長期にわたって安定的に稼働させるためには、蓄積汚泥の搬出頻度、土壌層の目詰まり進行速度および塩類蓄積状況等を把握することが必要となる。このため、継続して経年的なデータの蓄積が望まれる。また、雨水浸透ますに流入する雨水を貯留し、汲み取り時の洗浄水や汲み取り後の補充水として活用することで、洗浄水循環システムの完成度をさらに向上させることが期待される。

#### [維持管理]

- ・維持管理性に関しては、日常管理者と専門管理者が連携して運営できるよう、具体的な管理内容を詳述したチェックシートや専門管理者向けの維持管理要領書、状況判断、対処法等を記したマニュアルを充実させることが望まれる。そうすることで、専門管理頻度を最小限にすることが可能になり、効率的な管理きると考えられる。

◇引用文献等:[環境技術実証モデル事業]平成16年度実証試験結果報告書の概要  
山岳トイレ技術分野(その1)

## ◆自然環境エリアにおける今後の トイレ整備ニーズを考える

### 3) 地域の山岳トイレ事情：北海道

愛甲 哲也(あいこう てつや)

北海道大学大学院農学研究院准教授 博士(農学)

卒業論文で大雪山登山者の混雑感をテーマにして以来、レクリエーションによるインパクトの把握と、自然レクリエーション地の管理について、利尻山、礼文島、大雪山、知床などを中心に、研究に取り組む。研究成果をいかし、情報収集や登山者への普及啓発をおこなう市民団体「山のトイレを考える会」の事務局長もつとめる。

## はじめに

北海道の山岳地は、登山口および山中の施設ともに、アクセスが悪く(車道から遠い)、水がないまたは遠い、電気がない、という場所が少なくない。それは、原始的な景観をもち、登山者をひきつける魅力の一つとなっているが、管理は困難にしている。山のトイレを考える会による登山口トイレ情報によると、北海道内の主要160山のうち、登山口にトイレがあるものが76箇所、一部の登山口もしくは利用が限定される場合が31箇所、53箇所には登山口にまったくトイレがない。さらに、山中には、15箇所のみトイレが設置されており、4箇所は一部のルート上の避難小屋にトイレがあり、残りの141箇所には山中にまったくトイレがない。とはいっても、すべての山に多くの登山者が押し寄せているわけではなく、夏山登山シーズンも高山帯では6月中旬から9月下旬までに限られる。百名山にあげられている一部の山に、短期間に登山者が集中し、施設の不足や、し尿と紙の散乱などが問題視されている。それらの山に、大雪山、幌尻岳、利尻山、羅臼岳などがある。

## 山小屋のトイレ事情

図 北海道の山・登山口トイレ情報(部分, 山のトイレを考える会)

北海道の山小屋といっても、行政により設置された避難小屋が多く、施設も簡易である。約60の山小屋があるが、2004年に北海道山小屋フォーラム実行委員会が行なった調査によると、アンケート調査に回答した42の山小屋のうち、約半数は市町村が所有し、市町村および山岳会により管理が行われているものが多かった。定員は平均で35人、宿泊料金が1000円以下のものが多い。市町村等から管理の委託料が山岳会等に支払われている場合もあるが、多くは無い。半数は昭和50年代以前につくられている。

そのため、管理経費の確保と、老朽化が大きな課題となっている。

トイレは、小屋の中に設置されている場合が22、外に設置されている場合が15あり、もたないものが4箇所ある。登山口や林道が近くにある場合は、汲取り式であるが、それ以外は貯留・浸透式が多い。山中に避難小屋があり、トイレが設置されている例として、羊蹄山、大雪山系の黒岳、白雲岳、忠別岳、ヒサゴ沼、カミホロカメツク山、日高山脈の幌尻岳がある。このうち、黒岳石室と幌尻山荘には、バイオトイレが設置されたが、その運用状況は芳しくない。

また、人気の山の野営地にも

トイレがない場合が多く、紙とし尿の散乱が問題視されている。トムラウシ山南沼野営指定地、十勝連峰の美瑛富士避難小屋・野営指定地にはトイレがないため、用を足す登山者による高山植物の踏みつけと、紙とし尿の散乱がみられる。

これらの状況に対して、山のトイレを考える会では、できるだけ登山口で用を足してから登山すること、使用済みの紙は持ち帰ることなどを登山者に訴えている。また、避難小屋と野営指定地がありながら、トイレがない美瑛富士については、トイレ設置をもとめる約2万7千筆の署名をあつめ、環境省および北海道に提出した。無人の避難小屋のため、トイレの維持管理が課題となっている。その他の、山岳会等により管理されている山小屋等においても、山岳会員の高齢化により、維持管理の継続性に不安を抱いているところも少なくない。

日高緯

山名	登山口名	トイレ状況		登山口近辺のトイレ等
		登山口	山域内	
佐 幌 岳	狩掛峠	○	×	狩掛峠の展望台駐車場
	スキー場	○		
オダッシュ山	ヤスダ川	×	×	
ベケレベツ岳	日掛峠	×	×	近くに第一展望台
芽 室 岳	芽室川北尾根	○	×	山小屋芽室岳
久 山 岳	剣山神社	○	×	剣小屋
剣 山	剣山神社	○	×	剣小屋
ペンテヌーシ岳	六ノ沢	×	×	
チロロ岳	曲沢	×	×	
伏 美 岳	避難小屋	○	×	手前に伏美岳避難小屋
ピバイロ岳	避難小屋	○	×	手前に伏美岳避難小屋
北戸黒別岳	二破川	×	×	
ヌカピラ岳	二破川	×	×	
幌 尻 岳	新登川	○	×	
	頼平川	※○	○	※登山口に簡易トイレ設置予定。山域内は幌尻山荘
戸黒別岳	頼平川	※○	○	※登山口に簡易トイレ設置予定。山域内は幌尻山荘
十勝幌尻岳	オビリネツ川	○	×	
イドンナップ岳	サツナイ沢	△	×	
コイカクシュサツナイ岳 ヤオロマップ岳	コイカクシュサツナイ沢	○	×	礼内川ヒュツテ
カムイエクウチカウシ山	八の沢	×	×	手前に礼内川ヒュツテ
ボンヤオロマップ岳	真尾根	×	×	
ベテガリ岳	西尾根	○	×	ベテガリ山荘
神 威 岳	ニシュオマナイ	○	×	神威山荘
ピセナイ山	静内ダム	×	×	登山口への林道入口にキャンプ場
楽 古 岳	メナシュンベツ	○	×	楽古山荘
	礼楽古川	×		
横山中岳	三 石	×	×	
アポイ岳	冬 鳥	○	×	アポイ山麓自然公園
	幌 満	×		
ピンネシリ	北尾根	×		
	冬 鳥	○	×	アポイ山麓自然公園



## バイオトイレの運用状況

※表 黒岳トイレの運用状況(北海道上川支庁提供)

大雪山黒岳には、平成15年に、処理能力50人／日のコンポスト式バイオトイレを4基設置した。それまでの素掘りのトイレに比べれば状況は改善された。しかし、回収されたトイレには、当初推定したよりも多くの登山者がおしよせた。正確な統計もなかったが、清潔なトイレは多くの登山者をひきつけた。また、日帰り利用も多い山のため、尿が多く水分過多となり頻繁にオガズの入れ替えが必要となった。強風により、風力発電のプロペラも破損し、発電機を使用している。現在、固液分離便器への改修が検討されている。

幌尻岳には、2005年に固液分離のバイオトイレが設置され、2006年に小型水力発電の工事が行なわれ、2007年から供用開始された。しかし、当初予定されていた2基から、輸送コストの増額などにより、1基に減らされたため、仮設トイレも使用せざるをえない状況である。水力発電やバイオトイレの機械的トラブルも多く、当初予定した性能を発揮できていない。そのため、仮設トイレの利用が増え、バイオトイレ設置前と同様に、沢ルートで、市民団体による人力による排泄物の担ぎおろしを、毎年2回行なっている。

残念ながら、北海道の山岳地に、本格的に導入されたバイオトイレの稼働は、二つの事例とともに、順調とはいえない。その理由として、使用者数推定の限界、環境条件の厳しさと事前の調査不足、予算・技術・設置・管理をトータルに検討する仕組みの欠如などが考えられる。

年度	16	17	18	19	20
供用期間	6/19～9/28 (102日)	6/22～9/27 (98日)	6/22～9/29 (100日)	6/14～10/2 (111日)	6/4～9/28 (110日)
利用者数	18,275人	14,776人	15,199人	14,863人	10,466人
1日当たり平均	179人	151人	152人	134人	95人
日最大数	820人 (7/18)	599人 (7/17)	638人 (7/16)	740人 (7/15)	639人 (7/20)
利用協力金	1,290,393円	1,194,302円	1,387,369円	1,432,119円	921,816円
協力率	35%	40%	46%	64%	44%
オガズ交換	5回	4回	5回	5回	5回

## 携帯トイレの普及状況

トイレがなく、管理人が常駐する施設がない山岳地をもつ市町村では、トイレ設置のコストが高いことや、トイレの維持管理を懸念し、登山者自身に協力を求める対策を導入したところもある。利尻山は2000年から携帯トイレを配布し、2006年から販売に変更し、わが国で最も携帯トイレが普及している山として知られている。世界遺産に指定された知床の羅臼岳では、2008年から携帯トイレの導入がはじめられた。

表 利尻山と羅臼岳の携帯トイレの普及状況(北大農学部住川、環境省・北大愛甲)

両者とも、年間約1万人の登山者がおり、日帰りが主体である。また、登山口もそれぞれ2箇所と限られており、携帯トイレを導入しやすい環境にある。2000年に携帯トイレ1万2千個を配布し、回収は6.5%の823個であった利尻山では、2007年には約2000個を回収するようになった。販売は宿泊施設が主体で、年間約5000個が販売されている。夏季に実施した登山者の意識調査から、登山者の73%が携帯トイレを所持しており、33%の登山者は携帯トイレで用を足していた。使用しやすい条件、継続的な広報、ブースの設置、登山口での回収、関係機関・ガイド等の協力などが大きい。2008年から導入を開始した羅臼岳では、携帯トイレを所持していたのは、登山者の38%で、実際に使用したのは13%にとどまった。ブースもまだ設置されておらず、販売箇所の限られているが、登山者の反応はよく、トイレ設置などの抜本的な対策が検討されている間の措置として、普及が期待されている。

利尻山	用を足した			足していない	わからない	計
	携帯トイレ	不使用	無回答			
自分で持っていた	31.4%	6.8%	0.0%	35.1%	0.0%	73.2%
グループの他の人が持っていた	1.6%	1.6%	0.0%	1.8%	0.0%	4.9%
持っていなかった	0.0%	5.5%	0.0%	16.4%	0.0%	21.8%
計	33.0%	13.8%	0.0%	53.2%	0.0%	100.0%

羅臼岳	用を足した			足していない	わからない	計
	携帯トイレ	不使用	無回答			
自分で持っていた	12.1%	8.9%	0.6%	16.6%	0.0%	38.2%
グループの他の人が持っていた	0.9%	3.6%	0.0%	2.1%	0.0%	6.5%
持っていなかった	0.0%	32.8%	0.0%	22.2%	0.3%	55.3%
計	13.0%	45.3%	0.0%	40.8%	0.3%	100.0%

## 適正な公園施設配置の必要性

北海道の山岳地、特に山中の場合は、水・電気・道路のいずれも無い場合がほとんどである。登山口まで車が入れたとしても、維持管理をするものがいなければ汲取りも困難だ。携帯トイレを使用すると言っても、配布や回収の体制が整わなくては十分な効果を発揮することはできない。その山はどのような立地で、将来にわたってどのような登山が行われるべきで、どのような維持管理体制がとられているかの議論を避けることはできない。行政が設置し、山岳会などの協力により管理されている北海道の山小屋の場合には、継続的な維持管理が担保されなければトイレの設置は不可能であり、メンテナンスも容易なものに限られる。避難小屋の多くは、シーズン中に数回、山岳会のメンバーやボランティアが清掃に訪れるだけで、普段は心ある登山者が自発的に掃除をして維持されている。このような、いわば山の“過疎地”である北海道の山岳地に適した技術は開発されているのだろうか？登山者数の比較的少ない山では、従来の汲取り式のトイレや、大便の埋設と使用済みの紙の持ち帰りのみで環境への影響はかなり軽減できるのではないだろうか？これらについては十分に評価されたのだろうか？

黒岳と幌尻山荘の例では、技術者と現場との乖離、行政の担当者が信頼し、判断できる情報が不足していることなどが課題であった。登山者数、避難小屋の利用者数、宿泊者数をはじめ、現場の気象、土壌条件なども明らかでは無いし、技術者および施工業者が山岳地特有の条件に精通しているとは限らない。それらの条件の下で、様々なタイプの山岳トイレ技術からの確なものを選択し、発注する必要があるが、市町村役場の一担当者には荷が重過ぎる。登山道の整備や、清掃作業、避難小屋の補修においても、山岳会等の市民を頼りにしている状況で、メンテナンスが十分に行なえる保証も無い。技術的な検証とともに、その技術を現場にどうおろして展開していくかの検討がさらに進むことを期待したい。

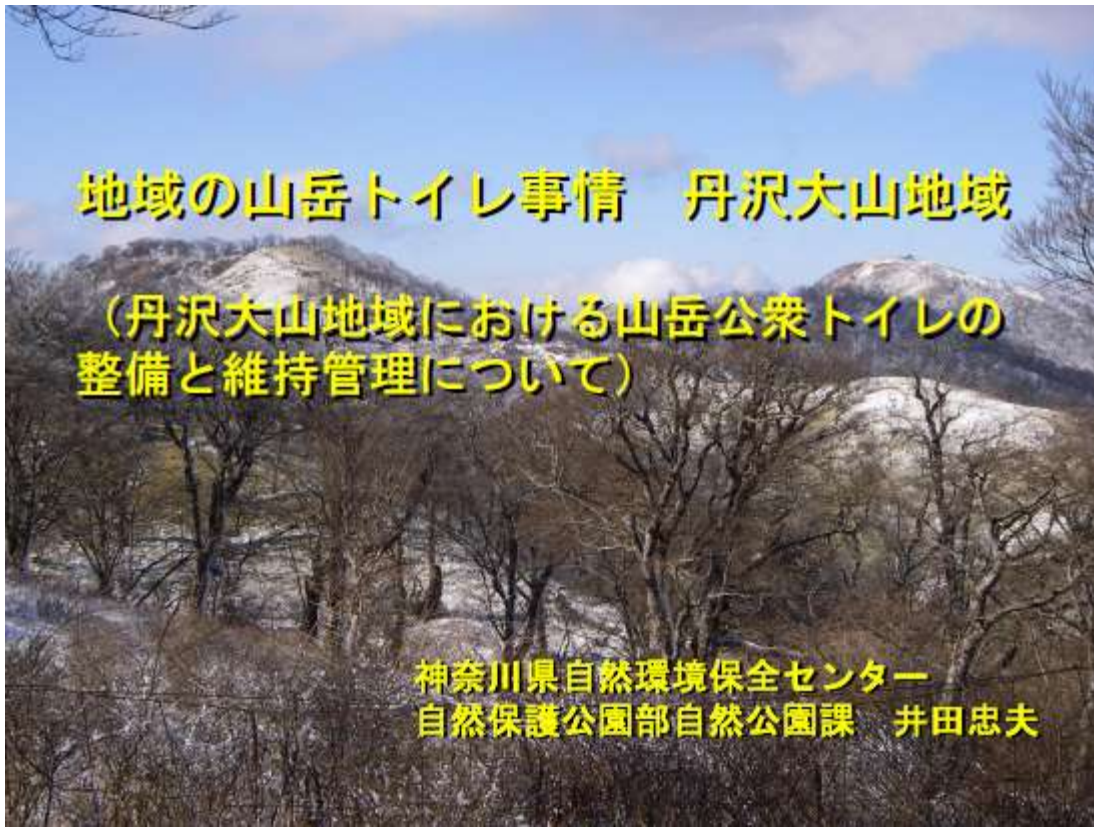
## ◆自然環境エリアにおける今後の トイレ整備ニーズを考える

### 4) 地域の山岳トイレ事情：丹沢大山地域

井田 忠夫(いだ ただお)

神奈川県環境保全センター自然保護公園部自然公園課副技幹  
平成20年度山岳トイレし尿処理技術ワーキンググループ検討員として  
関わっているほか、平成16年度には山岳トイレし尿処理技術の実証機  
関として、鍋割山公衆トイレにおける技術実証試験を実施。

神奈川県では、平成11年度から丹沢大山地域内の計8箇所において  
土壌処理方式の山岳公衆トイレの整備を行ってきた。鍋割山公衆トイ  
レにおいては平成16年度に技術実証試験を実施したほか、平成20年  
度からは全8箇所の山岳公衆トイレを対象とした稼働状況調査及びトイ  
レ利用ルールの構築に向けた調査検討業務に取り組む。



## 1. 神奈川県における取り組み

- ・ オーバーユース対策 (適切な、し尿処理)
- ・ 登山者の利便性向上



平成11～17年度

丹沢大山地域内の8箇所<sup>※</sup>に山岳公衆トイレを整備

(主要な公園歩道上 : 5箇所)

(避難小屋へのトイレ併設 : 3箇所)



## 2. 丹沢大山地域における 山岳公衆トイレの整備状況（1）

### 《位置図》



## 2. 丹沢大山地域における 山岳公衆トイレの整備状況（2）



(丹沢山公衆トイレ)



(樽洞丸公衆トイレ)



(鍋割山公衆トイレ)



(樽洞丸公衆トイレ)



(大越路避難小屋トイレ)



(南山園地公衆トイレ)

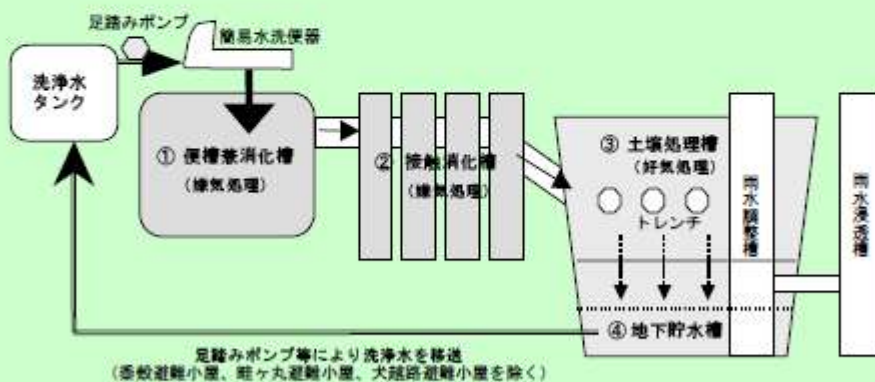
## 2. 丹沢大山地域における山岳公衆トイレの整備状況 (3)

### 《施設概要》

	施設名	整備年度	施設概要(穴数)	し尿処理方式
1	黍般避難小屋	H11	大：1(男女共用)	土壌処理方式 (TSSシステム)
2	畦ヶ丸避難小屋	H12	大：1(男女共用)	
3	塔ノ岳公衆トイレ	H13	大：5、小：2	土壌処理方式 (サレットシステム)
4	檜洞丸公衆トイレ	H14	大：2(男女共用)	
5	鍋割山公衆トイレ	H15	大：3、小：1	
6	南山園地公衆トイレ	H15	大：2	
7	丹沢山公衆トイレ	H16	大：4	土壌処理方式 (TSSシステム)
8	犬越路避難小屋	H17	大：1(男女共用)	

## 2. 丹沢大山地域における山岳公衆トイレの整備状況 (4)

### 《システム概略図》





### 3. 維持管理適正化に向けた取り組み（1）

#### 1) 平成16～17年度

#### 山岳トイレし尿処理技術実証試験

対象：鍋割山公衆トイレ

内容：処理性能に関する実証

- ①稼動条件・状況
- ②維持管理性能
- ③室内環境（アンケート調査を含む）
- ④周辺環境への影響（土壌）
- ⑤処理性能



### 3. 維持管理適正化に向けた取り組み（2）

#### 1) 平成16～17年度

#### 山岳トイレし尿処理技術実証試験

結果：処理性能については、全体的に良好な結果が得られた  
(BOD除去率：98%、SS除去率：99%)

今後の課題：

- ①保守点検等の実施し易い構造への改善  
(点検口の位置や構造)
- ②維持管理内容や対処方法を明記したマニュアルの整備
- ③定期的な保守点検の実施（汚泥堆積状況等）
- ④利用者に対する普及啓発  
(ペーパー分別による負荷軽減、異物投入の防止等)

### 3. 維持管理適正化に向けた取り組み（3）

2) 平成20～21年度

#### 山岳公衆トイレ維持管理適正化調査

対象：全8箇所の山岳公衆トイレ

- 内容：①稼働状況調査（汚泥堆積状況・試料採取・分析）  
②維持管理状況調査  
③他県における取り組み事例調査  
④有識者による検討会の開催（課題整理等）

### 3. 維持管理適正化に向けた取り組み（4）

2) 平成20～21年度

#### 山岳公衆トイレ維持管理適正化調査



（丹沢山 接触消化槽）



（鍋割山 洗浄水タンク）

処理水試料の採取状況



（塔ノ岳 土壌処理槽）



（塔ノ岳 周辺土壌）

土壌試料の採取状況



3. 維持管理適正化に向けた取り組み（5）

2) 平成20～21年度

山岳公衆トイレ維持管理適正化調査



(塔ノ岳公衆トイレ)



採取した試料の状況

(権洞丸公衆トイレ)



便槽内の汚泥堆積状況

(赤坂冠難小屋)

3. 維持管理適正化に向けた取り組み（6）

2) 平成20～21年度

山岳公衆トイレ維持管理適正化調査

《 便槽内の状況 》



良好な状態であり、嫌気性菌の皮膜が被覆している



便槽内に異物の投入があり、嫌気性菌の皮膜の発達が阻害されている

## 4. 今後の課題（1）

### 1) 定期的な保守点検の実施

- ①汚泥堆積状況の把握
- ②処理性能の維持状況の把握
- ③トラブルの早期発見



**適切な維持管理（汚泥抜き取り等）の実施**

## 4. 今後の課題（2）

### 2) 利用者に対する更なる普及啓発

- ①使用済みペーパーの持ち帰り
- ②異物投入の防止
- ③チップ協力の推進





#### 4. 今後の課題（3）

##### 3) 維持管理適正化と受益者負担に則った

丹沢大山地域山岳公衆トイレ利用ルール（仮称）  
の構築



- ・ 丹沢大山地域におけるトイレマナーの向上
- ・ 山岳公衆トイレの長期的・安定的な稼働



## 山岳トイレ技術セミナー 2009年2月20日（第2日目）

### ◆総論・環境技術実証事業の経緯

岡城 孝雄

（（財）日本環境整備教員センター調査研究グループ  
グループリーダー）

### ◆実証事例報告と技術解説②山麓・海浜・離島編

#### 5) 宝登山

伊与 亨

（北里大学医療衛生学部 専任講師）

#### 6) 竹富島

田港 朝幸

（（社）沖縄県環境整備協会）

### ◆自然環境エリアにおける今後のトイレ整備ニーズを考える

#### 7) 海外山岳トイレ事情

大蔵 喜福

（（社）日本ネパール協会副会長）

#### 8) 海浜における取組み

大谷 典明

（福井県安全環境部自然保護課）



## ◆総論・環境技術実証事業の経緯

(山岳トイレ技術分野の仕組みと技術)

岡城 孝雄(おかしろ たかお)

(財)日本環境整備教育センター 調査研究グループ グループリーダー

山岳トイレし尿処理技術ワーキンググループ発足当初から委員として参画。し尿処理、浄化槽という専門的な立場から各技術について検討を行う。また、実証機関の委員も同時に務めることで、ワーキングと実証機関との連携にも携わってきた。

山岳地、高冷地に設置された浄化槽の処理機能の実態調査等の経験を踏まえ、本事業に適用された技術について専門的な立場で検討。特に、平地と山岳の差としての気温の影響、維持管理条件等が重要であることを明らかにし、山岳トイレシンポジウム等において、その啓発に努めてきた。



## ◆実証事例報告と技術解説② 山麓・海浜・離島編

### 5) 宝登山

伊与 亨(いよ とおる)

北里大学医療衛生学部 専任講師

「山岳トイレ技術分野」技術実証委員。

糞便汚染指標細菌の検出法に関する評価検討、バチルス属細菌の検出と動力学的評価を専門とする。

## 1. はじめに

膜分離装置とオゾン処理装置を応用した生物処理方式の自己処理型し尿処理システムの実証試験装置を宝登山の山麓の宝登山ロープウェイ駅に設置して実証試験を行った。実証試験期間は、平成18年(2006年)10月17日から平成19年(2007年)7月12日までの269日間である。このシステムの特徴は、活性汚泥法における沈殿槽の代わりに膜分離処理装置を設けることによって、高濃度の活性汚泥による高負荷処理が可能となり、強力な酸化剤であるオゾンを用いることで処理水の脱色、脱臭、消毒が可能となることである。

## 2. 実証試験装置

本処理システムは、固液分離槽(有効容量2.141m<sup>3</sup>)、膜分離間欠ばつ気槽(有効容量0.885m<sup>3</sup>)、オゾン脱色槽(有効容量0.655m<sup>3</sup>)、貯留槽(有効容量1.999m<sup>3</sup>)から構成されている(図1)。

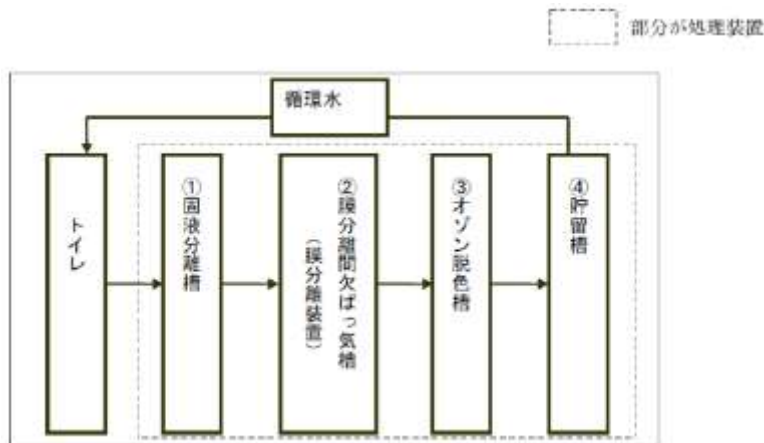


図1 宝登山に設置した実証試験装置のフローシート

### (1) 膜分離装置

膜分離活性汚泥法に用いられる精密ろ過膜は、細菌、原虫、藻類などが除去できる孔径を保持しており(図2)、管タイプの膜モジュールが使用されている。

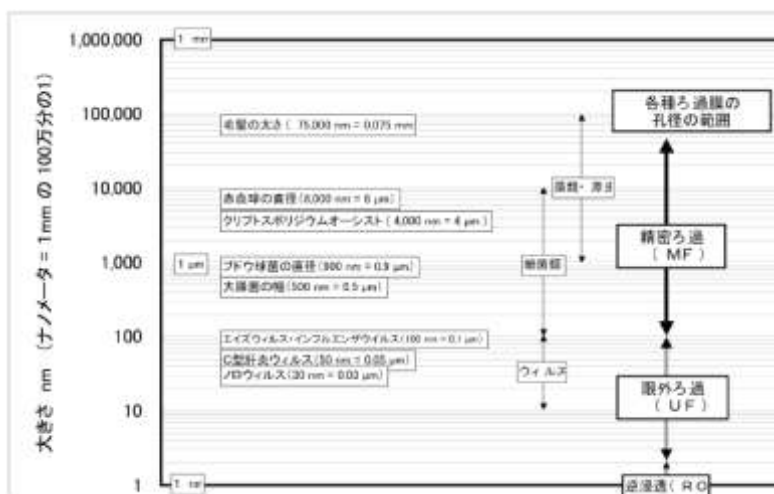


図2 各種の膜分離法と除去対象物質の関係

また、膜分離活性汚泥法のばっ気槽内を間欠的にばっ気し、有機物除去と同時に、硝化・脱窒作用による窒素除去も期待される。なお、膜利用では、初期費用と膜交換費用に留意する必要がある。本実証試験装置の固液分離槽及び膜分離間欠ばっ気槽は小規模浄化槽MB型(国土交通大臣認定番号DW1A-0055)を基本構造とし、処理装置の本体価格は約500万円、膜モジュールの耐用年数は5年・交換費用は10万円である。また、膜モジュール(図3・赤印)の維持管理等では、ばっ気槽から膜分離モジュールを容易に引き出すことが出来る構造となっており、化学薬品による膜洗浄の他、膜モジュール管内を物理的に清掃するための器具も備えている。本実証試験装置の保守点検費は年間6万円(清掃費を含まず)である。

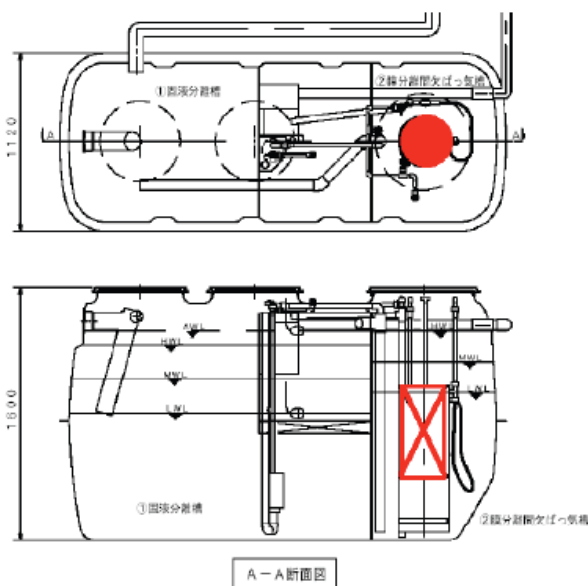
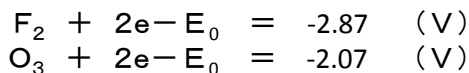


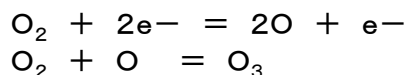
図3 間欠ばっ気槽内の膜モジュール設置場所

## (2) オゾン脱色槽

酸素原子が3個結合したオゾン(O<sub>3</sub>)は強力な酸化力を持ち、水中での酸化還元電位はフッ素(F<sub>2</sub>)の次に高いため、消毒、脱色、脱臭などに用いられる。



高圧と低圧の2つの電極間に、硝子などの誘導体を介して交流高電圧をかけると、その間に放電現象が生じる。この電極間に空気や酸素を通過させるとオゾンが生成する。



オゾン処理装置に使用した機器の仕様は表1のとおりである。

表1 オゾン処理に使用した機器の仕様

	個数	能力	消費電力	初期運転 (試験開始～19年5月まで)		最終運転 (19年5月以降)	
				稼働時間 (h)	消費電力量 (kWh/d)	稼働時間 (h)	消費電力量 (kWh/d)
オゾン発生器	2	1.6g/h	160W 以下	24	3.84 以下	14	2.24 以下
オゾン用ブロワ	2	60L/min	39W	24	0.936	16	0.624

開始時から平成19年5月まではオゾン発生器は24時間運転としたが、残留オゾンによる人体への影響について十分に配慮し、かつ、オゾン発生装置周辺の作業環境におけるオゾンガス濃度が0.1ppm以上とにならないように十分に管理を行うため、オゾン発生器を14時間(夜間運転)運転とした。

また、オゾンは、塩素より残留性はないが、原虫に対する消毒力は塩素よりも格段に強い。オゾンのCT値については、大腸菌で0.006 - 0.02 (mg・min/L) (2log)、ポリオウイルスで0.1 - 0.2 (mg・min/L) (2log)、A型肝炎ウイルスで0.03 (mg・min/L) (99% = 2log)、クリプトスポリジウムで5 - 10 (mg・min/L) (99% = 2log)という報告が得られている。したがって、オゾン処理では、細菌、ウイルス、原虫に対して、塩素よりも高い消毒効果が得られると考えられる。さらに、オゾン処理では、凝集沈殿法と併用することで、鉄やマンガンなどの除去にも利用される場合がある。

### (3) 固液分離槽及び貯留槽

汚水は固液分離槽の第1室に流入し、第1室と第2室の沈殿分離作用と、第2室に設置した接触材で固形物が除去された後、2室の槽内水はエアリフトポンプで膜分離間欠ばっ気槽に汚水が送られる。また、固液分離槽槽上部は流量調整部であり、汚水のピーク流入時の水理的滞留時間の低下を防止する。

オゾン脱色槽後の処理水は貯留槽に移流し、トイレの洗浄水として利用される。本槽は、利用者の増加にともなって発生する余剰水の貯留槽としても機能し、清掃後の固液分離槽や膜分離間欠ばっ気槽の張り水としても利用できる。

### 3. 利用者数の推移

平常時・は1日あたり約50回の使用であったが、1回目のピーク時・の最大値は1日あたり最大250回を越えた。その後、平常時・には1日あたり50回程度で推移していたが、2回目のピーク時・の最大値としては、1日あたり200回を超える値となった。ただし、ピーク時・よりもピーク時・の方が利用者は少なかった。実証試験期間(269日)を通じての利用者は11,323人であり、1日あたりの利用者数の平均値は42人であった。

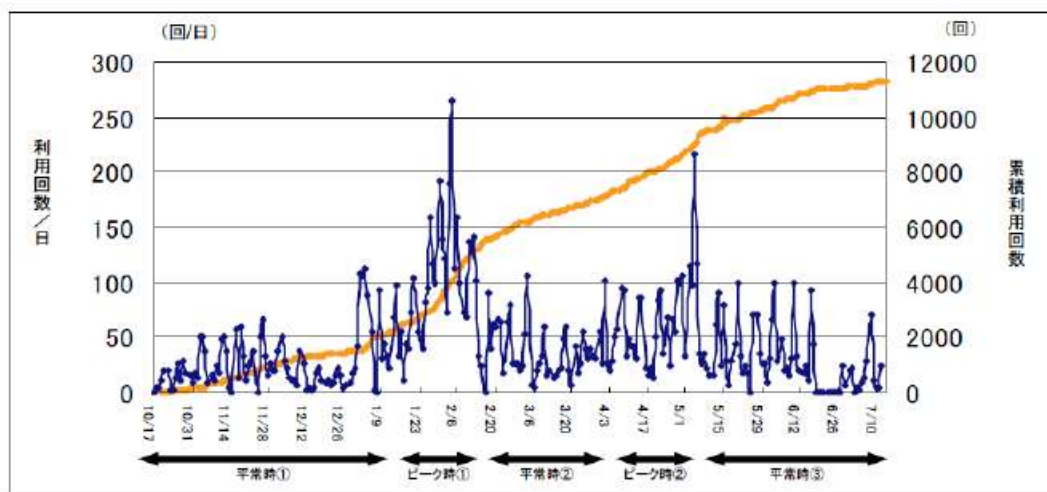


図4 利用者数の推移

## 4. 槽内水温の変化

固液分離槽、膜分離間欠ばっ気槽および貯留槽の水温を経時的に測定したが、ほぼ同じ水温傾向を示した。水温の最低値は貯留槽で4.8℃、最高値は膜分離間欠ばっ気槽で25.9℃であった。これは、本実証試験装置が地上設置であったために、外気温の影響を強く受けたと考えられる。

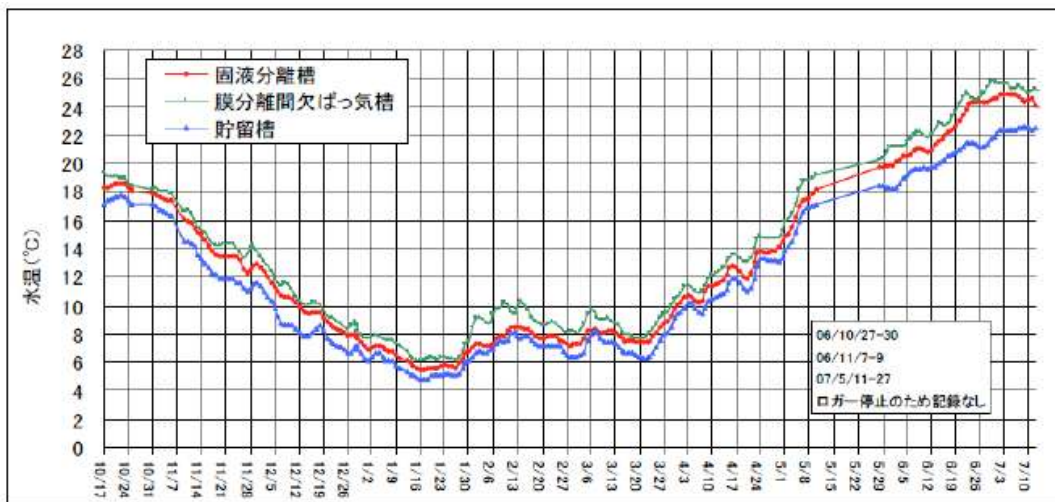


図5 水温の経日変化

## 5. 処理性能

### (1) 有機物に関する指標

膜分離後の処理水BODは、集中時・に7mg/Lであったことを除き、平常時・～平常時・ではBODの測定限界値以下である3mg/L以下であった。集中時・を過ぎるとBODは上昇し、集中時・の膜透過水、オゾン脱色槽、循環水のBODは、それぞれ22、7、37 mg/Lとなり、平常時・のそれらは、それぞれ7、17、50 mg/Lであった。ただし、このときのATU-BODは全てBODの測定限界値以下である3mg/L以下であったため、BOD値の上昇は窒素由来のBODによるものと考えられた。また、SSについては、膜分離後の全ての処理水(膜透過水、オゾン脱色槽、循環水)で2mg/L以下であった。

これらのことから、膜分離間欠ばっ気法によって、汚水中の有機物を効果的に除去することができ、浮遊物質濃度が極めて低い処理水を水洗トイレの洗浄水として利用することが実証された。

### (2) 栄養塩類に関する指標

膜分離後の全ての処理水(膜透過水、オゾン脱色槽、循環水)の全窒素は、集中時・には約900 mg/Lと増加した後、集中時・では全窒素の値はおおよそ同じとなり、平常時・では全窒素の値は若干低下(700~800 mg/L)した。これは、集中時・以降は、硝化を促進するようにばっ気時間をやや増加させたためであり、硝化の促進と同時に脱窒反応も進行したものと思われた。なお、リンについては、利用者の増加に比例して値が増加し、最終的には70~80 mg/Lとなった。

### (3) 微生物指標

循環水の大腸菌及び大腸菌群は検出限界値以下であった。したがって、膜分離処理とオゾン処理によって、再利用水をトイレ洗浄水と使用する際に、微生物学的安全性は極めて高いことがわかった。



## (4) 各槽処理水の外観

図6に各槽の上部からみた各槽処理水の外観を示す。膜分離間欠ばっ気槽では、円筒形の膜モジュール下部からばっ気が行われている様子がわかり、オゾン脱色槽ではオゾンによる脱色状況がわかる。

なお、オゾン対策のためにオゾン発生器の運転時間を減少させたときの処理水色度の状況は図7のとおりであり、このことが、利用者にとって不快の原因のひとつとなったと思われる。



図7 貯水槽(運転変更後)

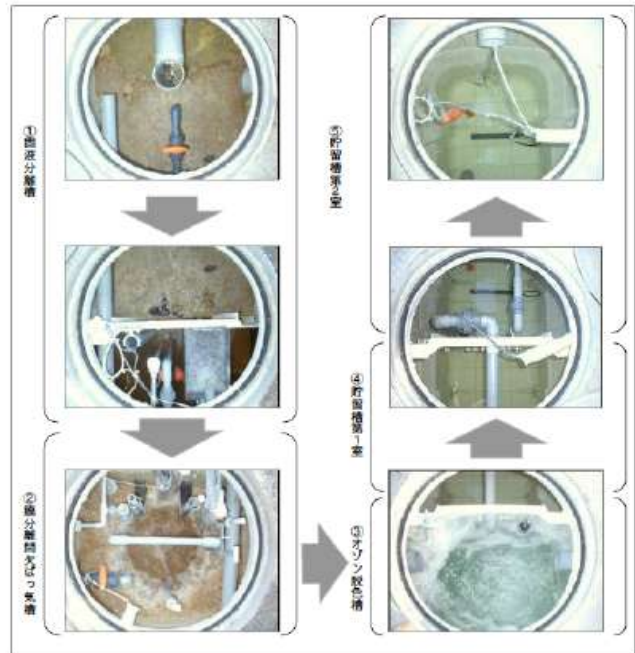


図6 各処理水槽の外観の変化

## 6. 消費電力

消費電力量については、申請値である8.0kWh/日を下回り平均値で7.0 kWh/日となった。また、5月以降、ブロワ及びオゾン発生器の運転方法を変更したため、消費電力は5.5kWh/日～6.0 kWh/日となった。

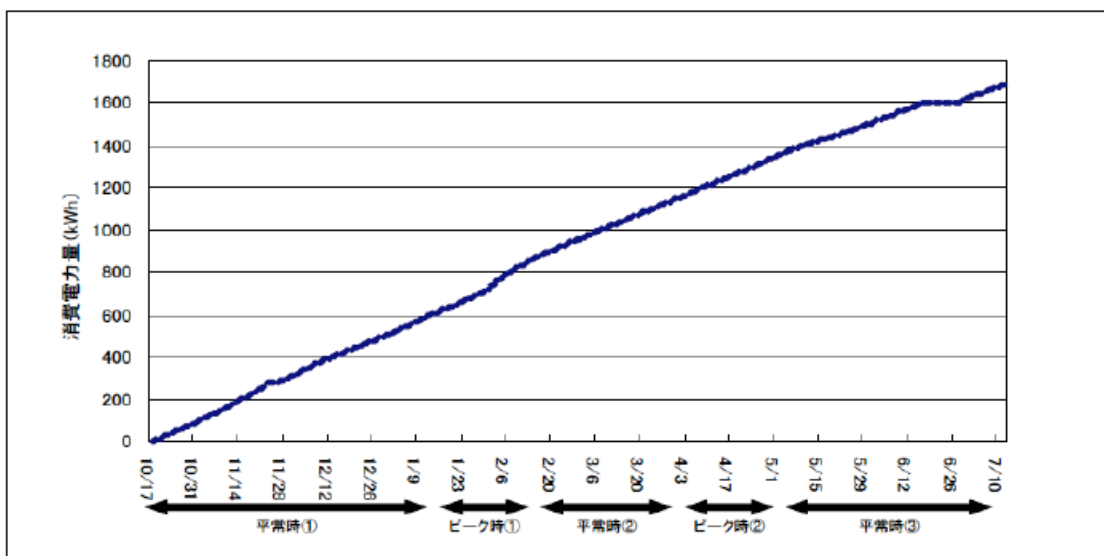


図8 消費電力の推移

## 7. 増加水量及び汚泥の引き抜き

使用回数と増加水量の関係から考えると、1回使用あたりの増加水量は93.8mLであり、申請値であるし尿原単位250mLと比べると37.5%の値となった。

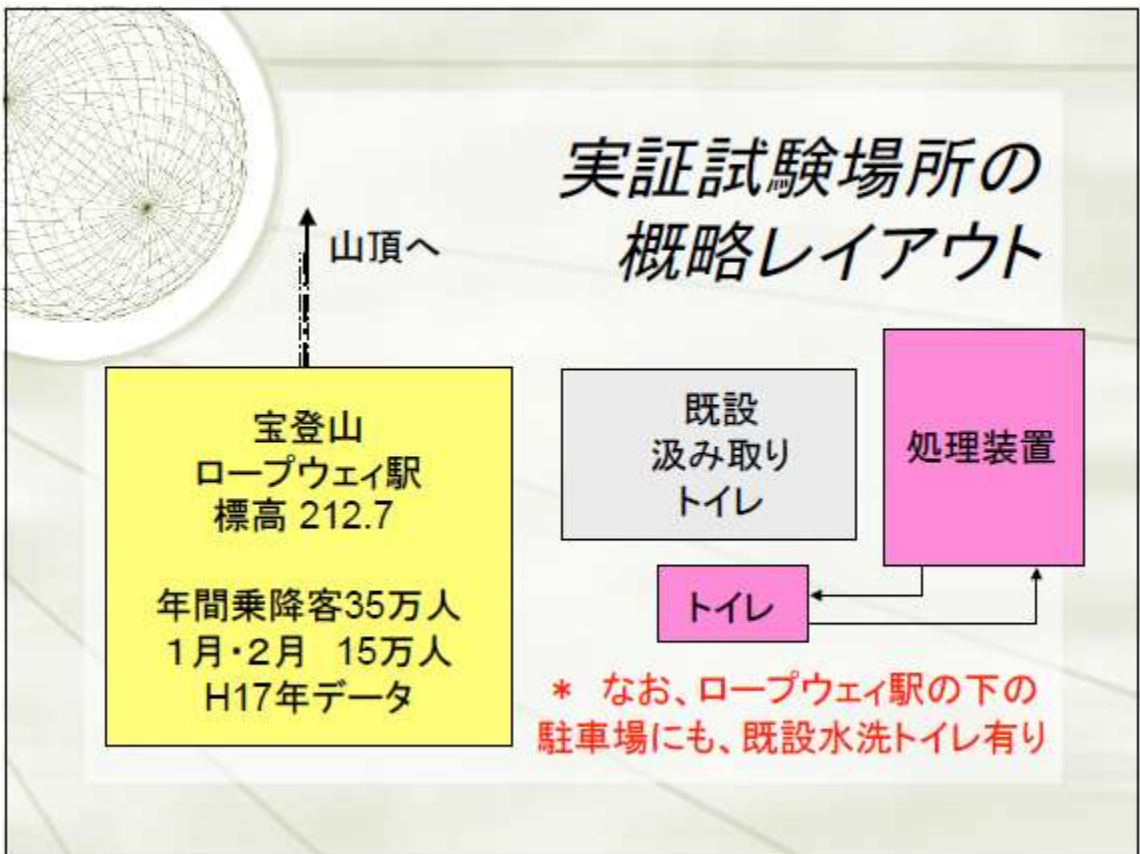
固液分離槽では実証試験期間中に1回(7月12日)、汚泥の引き抜きを行った。作業性については、固液分離槽の構造に由来する若干の不具合などが指摘された。なお、固液分離槽内は溶解成分が多いことがわかったが、これはトイレトペーパーの溶解と蓄積によるものと思われた。

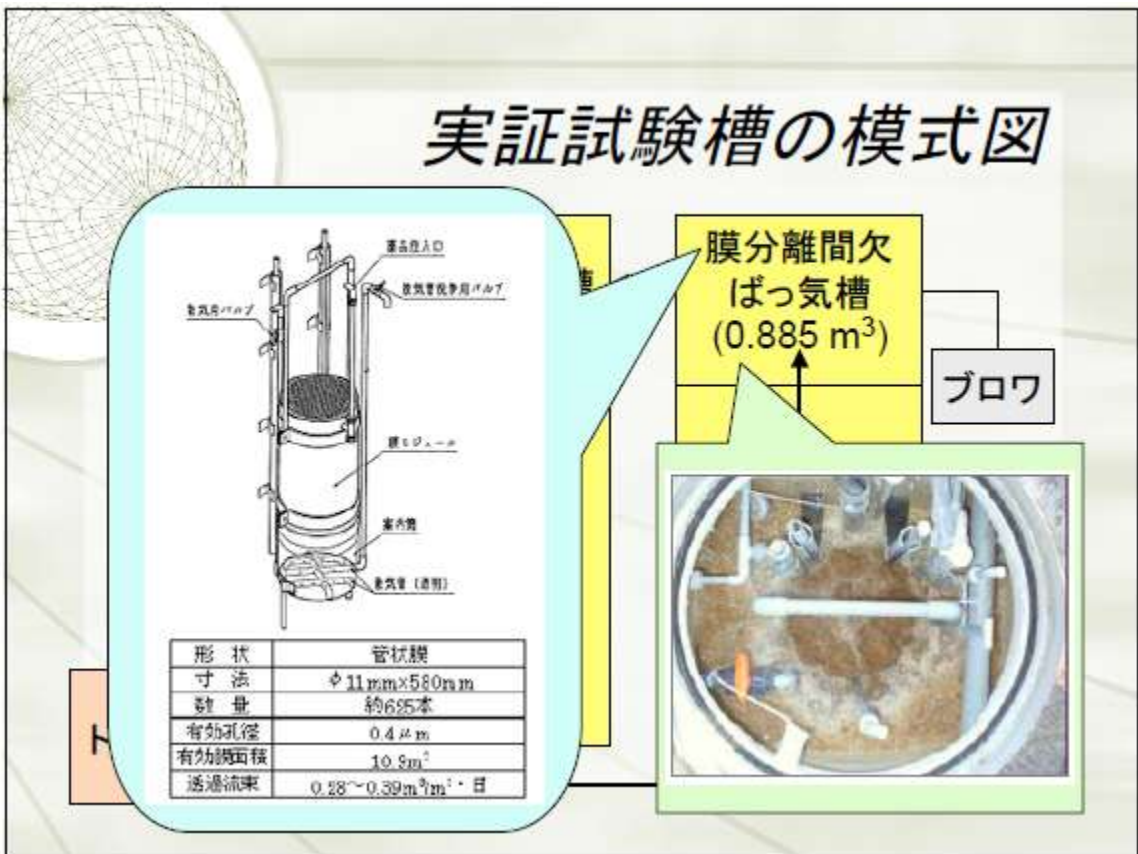
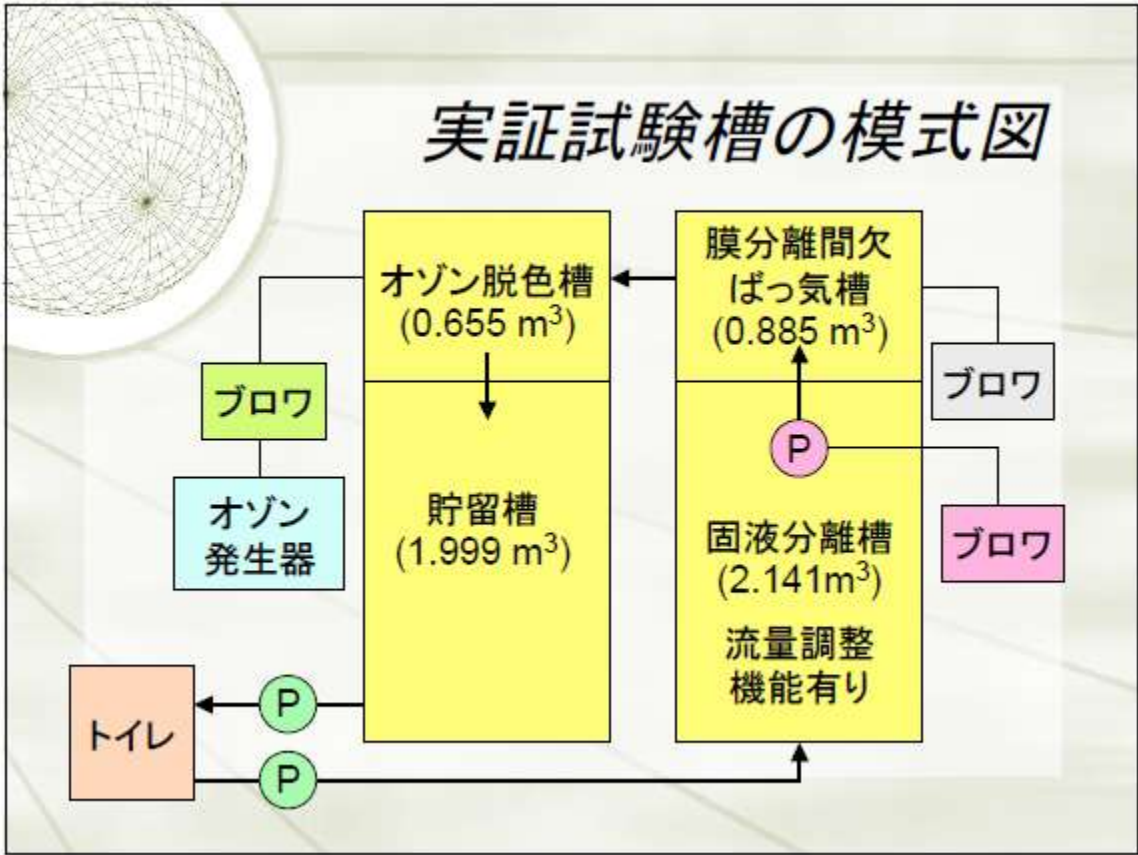
## 8. まとめ

本実証試験装置は、間欠ばっ気型の膜分離活性汚泥法とオゾン処理を組み合わせることによって、有機物濃度や色度が極めて低く、微生物学的安全性も確保された洗浄水が得られたことが特徴的である。ただし、オゾン処理にあたっては排オゾン対策から、オゾン注入量を低下せざるを得ない状況となった。今後は、排オゾン対策を考慮し、色度的に不快感のない洗浄水が確保できることが期待される。

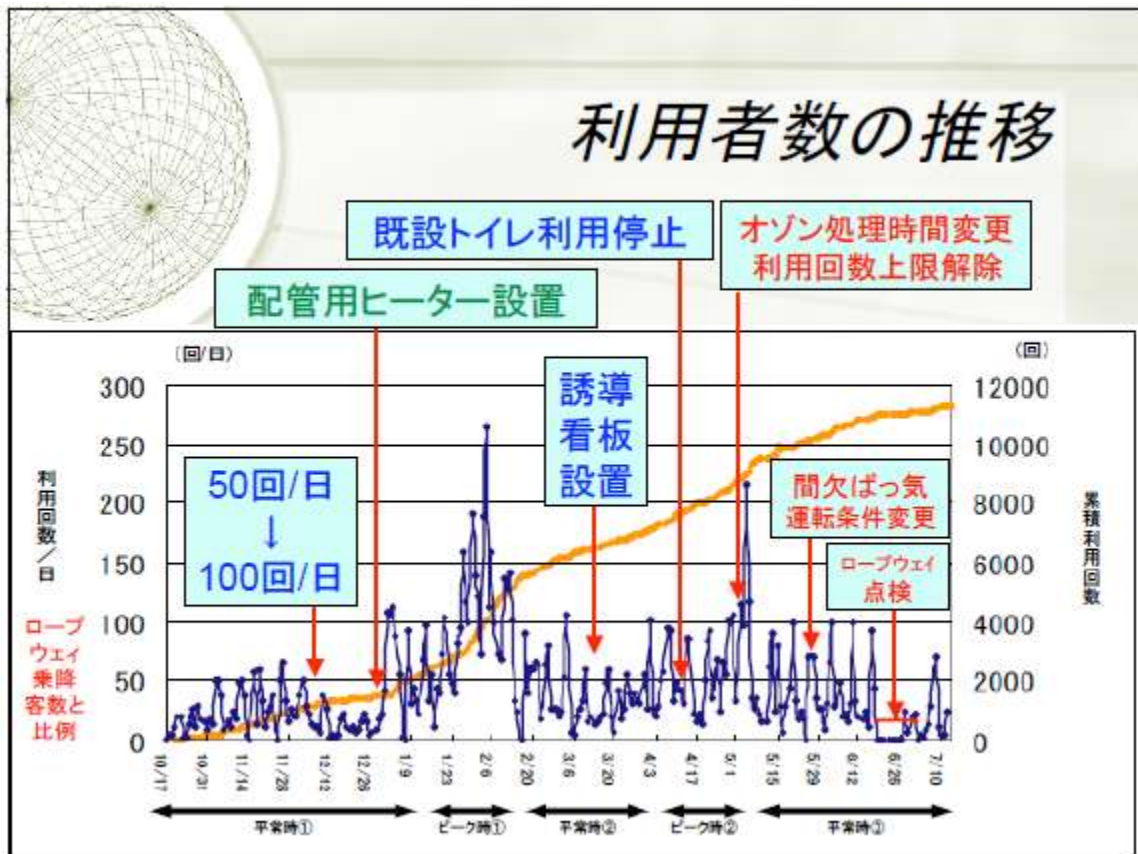
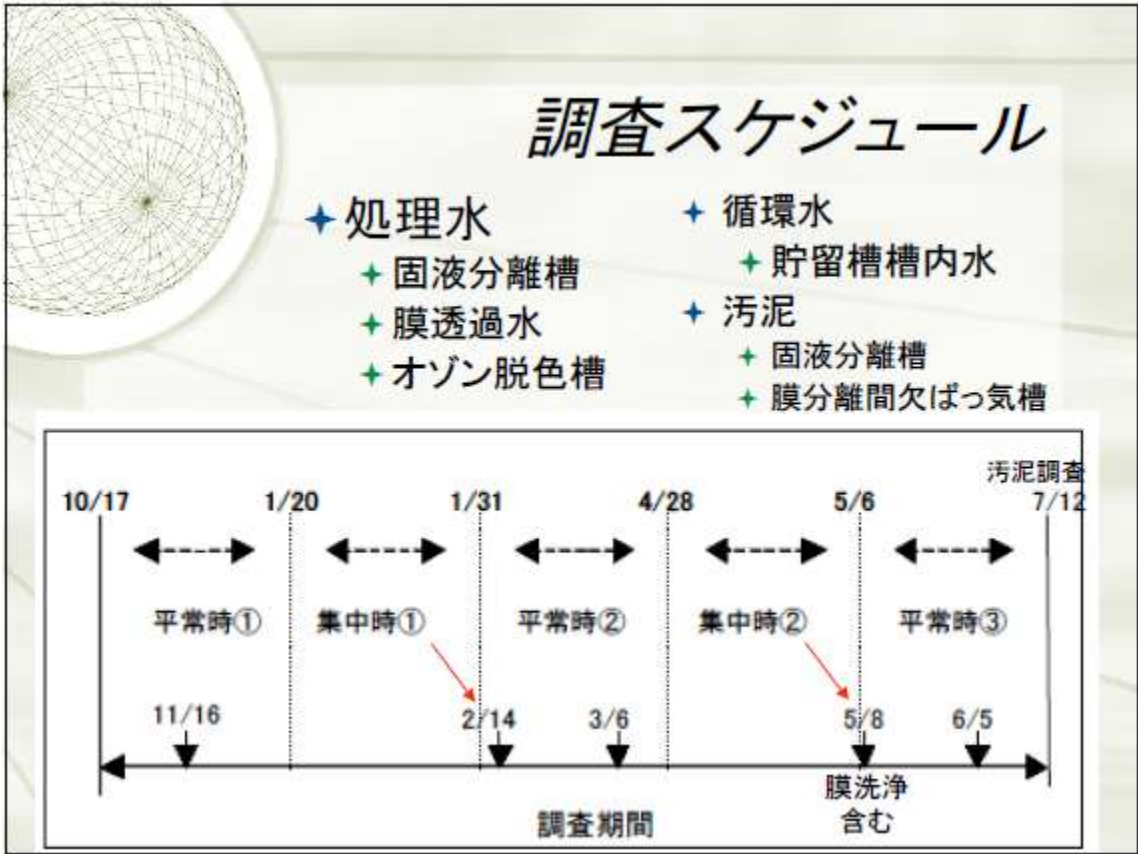
なお、本装置では、膜分離活性汚泥法やオゾン処理に関わる機器類の維持管理を確実に行う必要がある、かつ、機器類の故障に速やかに対処する体制を確立することも必要である。しかし、今回の実証試験期間では、機器の故障への対応は試験期間の制約上、実証することが出来なかった。

いずれにしろ、本実証試験装置のように、最先端の生物処理・物理化学処理技術を適用したものは、山岳・山麓での実績が極めて少ないのが実状であるが、このような先端技術が普及することによって、環境負荷の大幅な削減が実現できると期待される。















## 水温平均値の変化

16 °C → 4 °C

4 °C

- ◆ 平常時②
- ◆ 集中時②
- ◆ 平常時③

\* トイレは仮設のため、室






## 膜分離間欠ばっ気槽の 水温変化

- ◆ 平常時① : 19 °C → 6 °C
- ◆ 集中時① : 6 °C → 8 °C
- ◆ 平常時② : 8 °C → 15 °C
- ◆ 集中時② : 15 °C → 18 °C
- ◆ 平常時③ : 18 °C → 25 °C

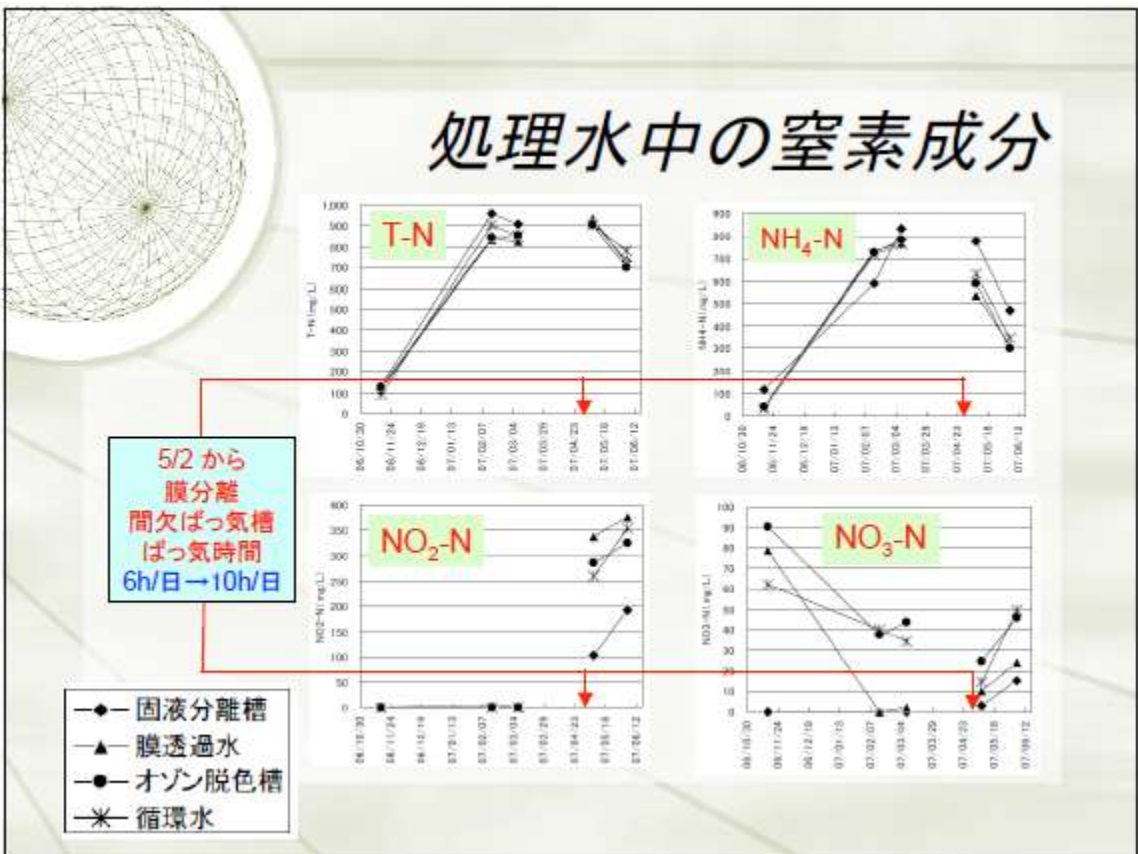
\* 処理施設は地上設置 ← 水温低下の影響を受けやすい



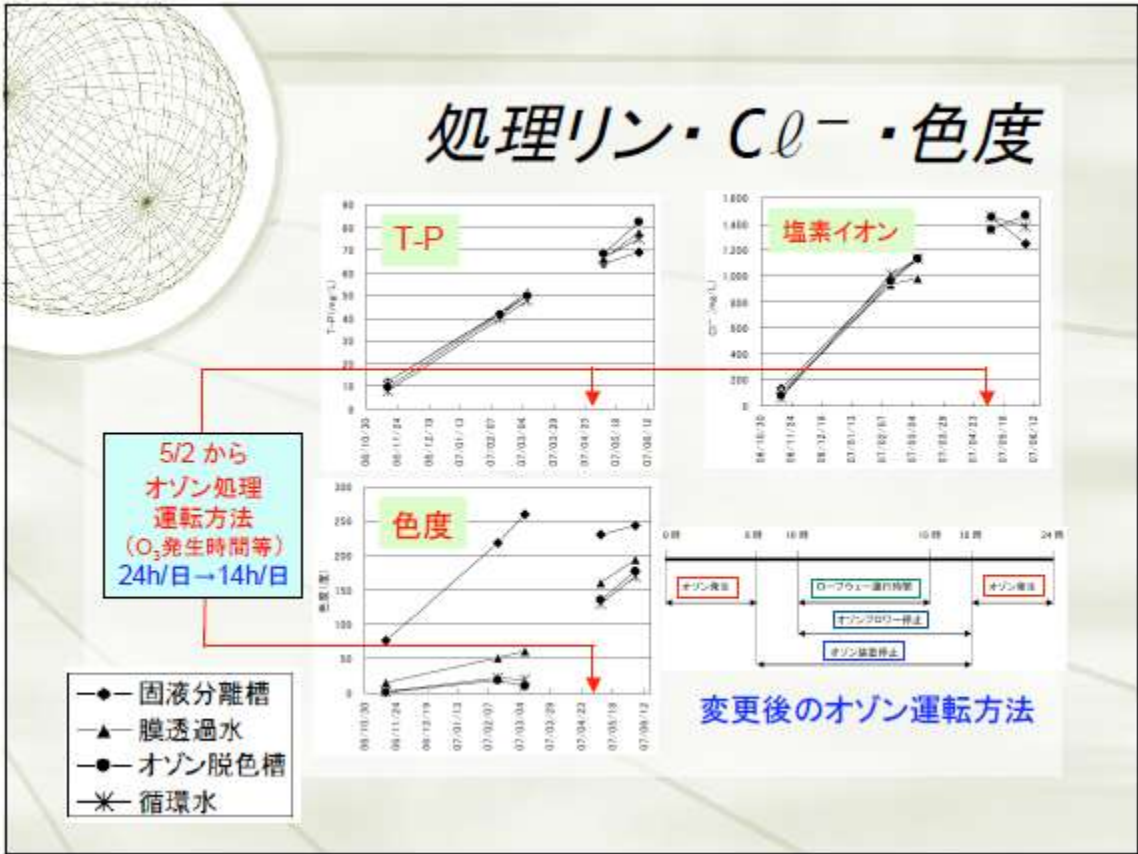


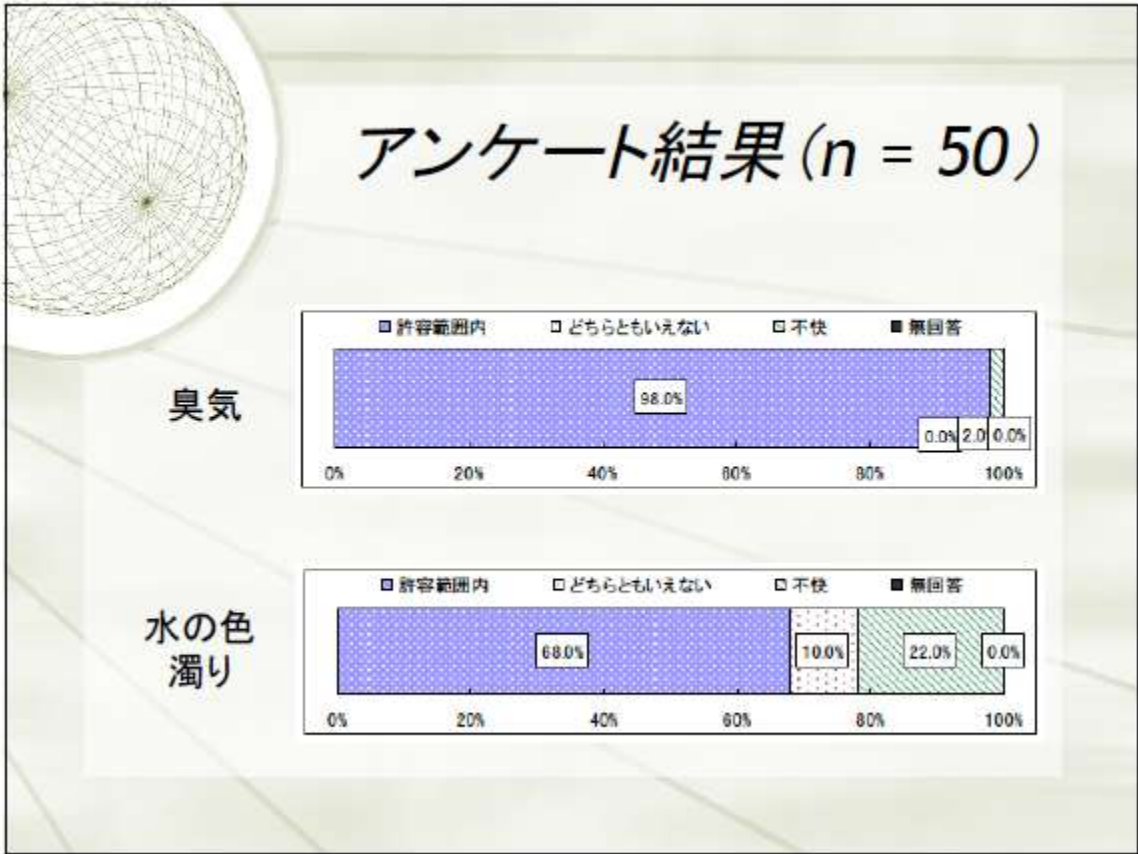
## 固液分離槽の 流量調整機能

- ✦ 平常時50回/日・集中時100回/日の処理能力程度の範囲であれば、流量調整部の容量範囲(約0.8m<sup>3</sup>)で、流量調整が可能
  - ✦ 200回/日以上→水位上昇→警報→使用制限
- ✦ 移送水量
  - ✦ 平常時① : 1,360 mL/サイクル
  - ✦ 集中時① : 1,490 mL/サイクル
  - ✦ 平常時② : 1,510 mL/サイクル
  - ✦ 集中時② : 1,570 mL/サイクル
  - ✦ 平常時③ : 1,670 mL/サイクル

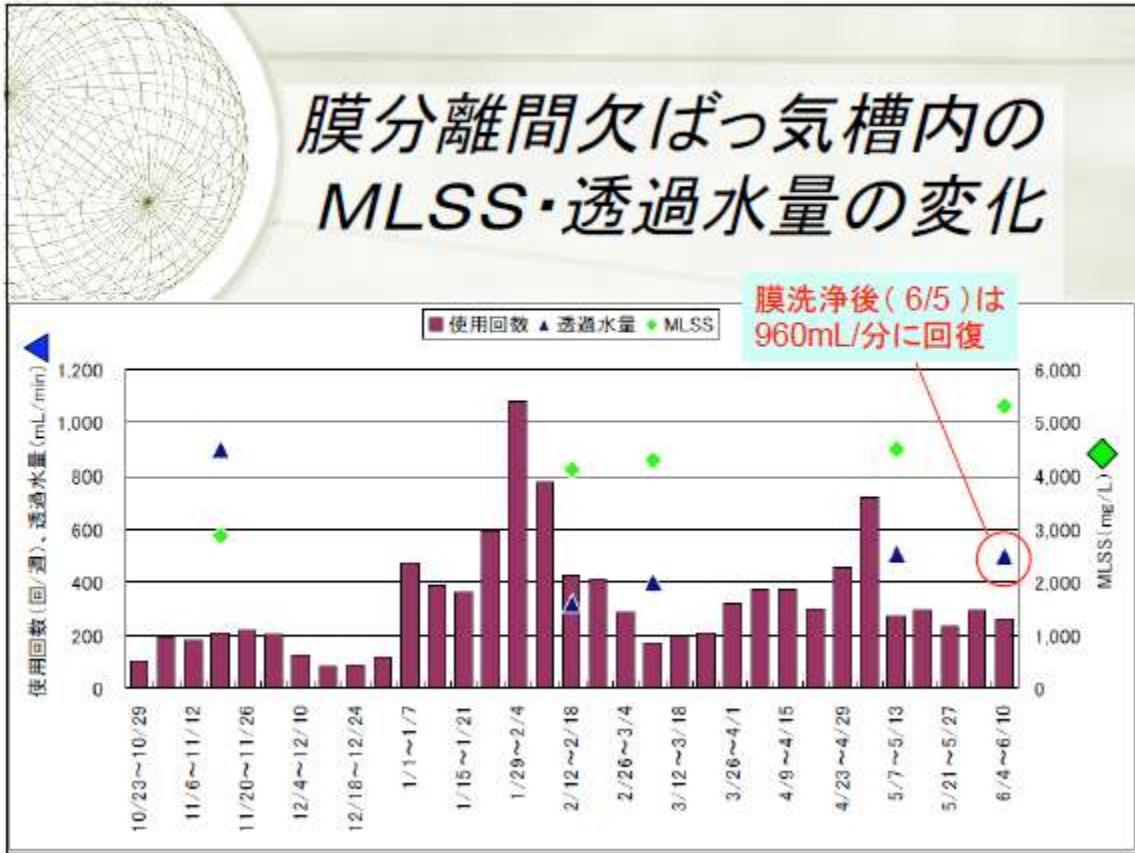












- ### その他の性能
- ◆ 大腸菌・大腸菌群
    - ◆ 処理水では、いずれも不検出
  - ◆ 消費電力
    - ◆ 平均値 6.7 kwh/日 (計画値 8 kwh/日)
    - ◆ 平均値 7.0 kwh/日 (H18.5月) → 平均値 5.7 kwh/日
  - ◆ 増加水
    - ◆ 93.8mL/回 (計画値 250 mL/回)

## 固液分離槽清掃汚泥濃度

単位:mg/L

	TS	VS	SS	VSS
H18年 7/12	8,630	4,630	4,690	4,020


- ✦ 固液分離槽内は溶解成分が多い
  - ✦ トイレトペーパーの溶解と蓄積による

## 実証試験装置の性能

膜分離活性汚泥法とO<sub>3</sub>処理の併用により

- ✦ C-BOD・SS:いずれも5mg/L以下
- ✦ 大腸菌群数:不検出
- ✦ 色度 約20度(O<sub>3</sub>処理:24時間運転)
- ✦ 栄養塩類や塩類の蓄積による悪影響無し
- ✦ 維持管理や清掃に関して特段の問題無し
- ✦ トイレ室内臭気や洗浄水の不快感はほぼ無し





## 今後の課題

- ★ 1日あたりの処理能力
- ★ オゾン運転時間やオゾン接触方法
- ★ 実施設での排オゾン対策
- ★ 精密ろ過膜の維持管理や交換頻度
- ★ 高度処理技術の山岳トイレへの適用性

## ◆実証事例報告と技術解説② 山麓・海浜・離島編

### 6) 竹富島

田港 朝幸(たみなと ともゆき)

(社)沖縄県環境整備協会

沖縄県は自然環境豊かな場所として毎年多くの観光客が来島し、特に海岸・離島においてふさわしいトイレのあり方を検討する第一歩として本事業へ参加。

沖縄県は多数の離島や森林・海岸線・海水浴場を有し、そのような場所で上下水道や商用電力が未整備の自然地域に適したバイオトイレが有効に導入されるよう案内紹介したい。

し尿処理方式*1)	生物処理方式
実証機関	(社)沖縄県環境整備協会
実証申請者/環境技術開発者	(株)ミカサ
技術名	自然エネルギーを利用した自己処理型バイオトイレ

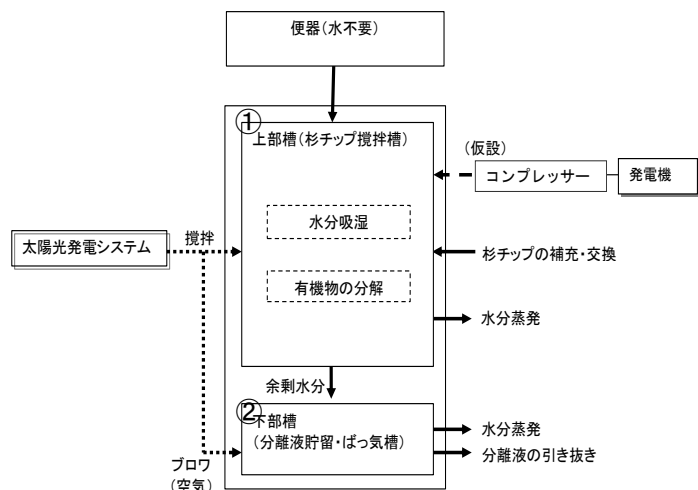
## (1) 実証装置の概要

### 装置の特徴

本装置は、水を必要とせず、太陽光発電のみを想定した技術である。  
 し尿処理方法としては、し尿中の水分を木質系資材に移行して蒸発させ、同時に攪拌を行うことで好気性微生物による分解作用(好気性発酵)を期待する仕組みである。このような技術においては、杉チップ槽内水分の偏在を防止するための混合・攪拌機能が重要であり、加えて、余剰水分を下部槽に移行し、ばっ気することとしている。  
 なお、処理槽を加温するためのヒーターを装備しているが、試験地域が温暖であるため、今回はヒーターは使用しないという前提条件で実証試験を行った。

### し尿処理フローおよび解説

杉チップが充填された①上部槽(杉チップ攪拌槽)においてし尿を攪拌・混合し、空気を送りこむことで、好気性微生物による分解を行う。  
 処理槽は2階層になっており、杉チップ攪拌槽の過剰な水分(尿)を分離して②下部槽に落とし、その下部槽内にてばっ気を行うことで、酸化を促進し、腐敗による悪臭を抑制する。  
 上部槽に水分が多くなった場合に備え、コンプレッサーと発電機を仮設で利用できることとしている。



## ①実証試験場所の概要

設置場所	沖縄県竹富町 竹富島
地域名	カイジ浜(離島・海浜)
トイレ利用期間	通年利用



杉チップ  
攪拌槽内部



トイレ外観1



トイレ外観2



大便室内観

## 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	名称: バイオミカレット	
設置面積	3,895㎡ (W:1,900 mm×D:2,050 mm) ※処理装置の設置面積とする。	
便器数	共通:大1、男性:小1	
処理能力等	利用回数	(平常時:50 回/日)(利用集中時:100回/日)
(設計・仕様)	水質等	( 非該当 )
	必要水量	不要
	必要電力	(必要電力: 0.636 kWh/日)
	必要燃料	(種類: 不要 )(使用量: - )
	必要資材	(種類:杉チップ材) (使用量:600L 3ヶ月に1回、杉チップ材10L(1000円)を補充)
	稼働可能な気温	( 10℃ ~ 40℃ (ヒーター未使用時))
	専門管理頻度	( 4回/年 )
	搬出が必要な発生物	木質残渣: 産業廃棄物として扱う場合約2万円 (沖縄本島にて処理) (竹富島からの運搬費、作業費、容器代等7万円)



## (3) 実証試験結果

### ① 稼動条件・状況

項目	実証結果
実証試験期間 利用状況	(試験期間:平成19年8月8日～平成20年1月24日(170日間))
	(利用者数合計:4,990回(170日間))
	(集中時:最高:76回/日、平均:52.1回/日(7日間))
	(全体平均:平均:29.4回/日(170日間) 38.1回/日 (トイレ利用可能日131日当り))
ペーパー	使用済みペーパーの取り扱い:(便槽投入)
気象条件	気温(最高:33.0℃、最低:17.0℃、平均:28.3℃) 湿度(平均:73.5%、最低39.0%) 日照(平均:4.35h/日 前年比86.8%)
使用水量	(初期水量:0m <sup>3</sup> 、補充水量:— m <sup>3</sup> )
使用電力	(設備内容:装置稼動 (攪拌モーター、ブロワ、排気換気扇、室内蛍光灯))
	(使用量:平均0.43kWh/日)
搬送方法	燃料、発生物等の搬送手段(車、船舶)

### ② 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(チップの状態、室内の清掃状態、室内の清掃状態、カウンター数値、バッテリー残量確認、媒体内の温度) (作業量:1回あたりの作業 1人30分、実施頻度 毎日)
専門管理	内容 : 全般的な点検事項、杉チップの状態確認、単位装置の点検 (作業量:1回あたりの作業 1人 約3時間、実施頻度 4回/実証期間)
トラブル	内容 : 12/13・1/12 攪拌時に異常音が発生、1/25 攪拌アームが折れたことを確認 対処方法:異常音に対しては、チェーンの緩みを調整。攪拌アームの折れは、破損部位を取り除き稼働を継続。
維持管理の作業性	<p>■ 日常管理は基本的に容易であるが、確認作業をより正確にするため、以下の点が指摘された。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・上部槽内の杉チップ量を確認するため、攪拌アームに目印をつけることが望ましい。</li> <li>・団子状の塊になった杉チップを粉砕するための専用の道具が必要である。</li> </ul> <p>■ 専門管理として指摘された主な内容を以下に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・媒体内温度を常時確認する必要があるのであれば自動測定の設置が望ましい。</li> <li>・上部槽に点検用の開口部がないため、作業が容易でない。</li> <li>・バッテリーの確認について、チェックするランプの場所を明確に示してほしい。</li> </ul>

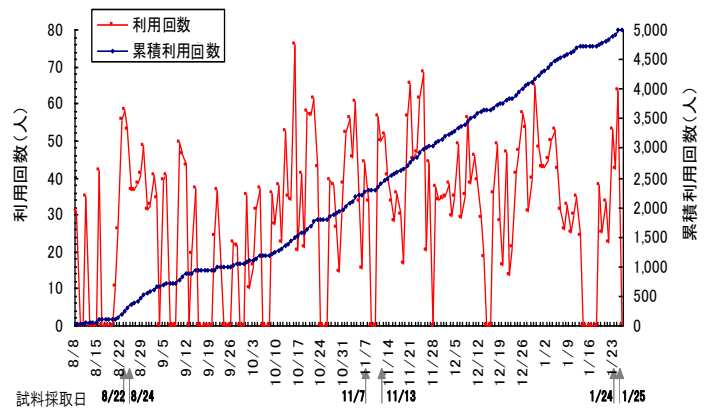
## マニュアルの信頼性

- 読みやすさ、理解しやすさについては「よい」という評価であったが、正確性や情報量については以下の点が指摘された。
- ・日常管理が必要な部位について、具体的に説明する必要がある。
- ・杉チップの性状を適切に判断できる基準があれば、補充・交換が容易に判断できる。
- ・装置の緊急停止方法を明確にする必要がある。

## 利用者数および維持管理状況グラフ

### 利用者数および維持管理状況グラフ

期間中のトイレの利用者は4,990回で、最大利用回数は76回／日となった。また、利用者がもっとも多い7日間の平均は52.1回／日であった。右図の0値は、カウンターのイタズラが確認された日と休業日である。なお、平常時の処理能力50回／日であるため、全体の平均利用回数から判断すると6～8割程度の負荷状態であったことが分かる。



## ③室内環境

トイレを利用した人に対して実施したアンケート結果を以下に示す。  
 (アンケート実施日: 8/22, 12/6~8, 1/24~25 アンケート回答者数59件)  
 トイレ室内臭気: 「許容範囲内である(91.5%)」、「どちらともいえない(6.8%)」  
 トイレ室内の明るさ: 「許容範囲内である(78.0%)」、「どちらともいえない(20.3%)」  
 便器の中で装置が動いていることについて: 「許容範囲内である(81.4%)」、「どちらともいえない(18.6%)」

## ④処理性能

(連続利用について)  
 本装置の利点は水を必要としないこと、ある程度の日照時間は必要となるが太陽光発電のみで稼働できることである。今回の実証期間においては日照時間が例年より少なかったことから、厳しい発電状況となり、発電できないまま利用した日も複数あったが、利用者に対して悪影響を及ぼすことなく運転することができたことは貴重な実績である。

ただし、利用者が多く気温も比較的高い時点で杉チップが水分過多の状態となったため、分離液の引き抜き及び杉チップ材の補充を行った、分離液の引き抜きは、期間中計5回(308L)実施した。

(水分調整について)  
 一般的には、水分過多の場合はヒーター等を用いて強制的に蒸発させる場合が多いが、今回の実証試験においては申請者の希望により、ヒーターを使用せずに実施した。利用が集中する11月までは、杉チップ材の補充や、分離液を複数回引き抜くことが必要となったが、その後12月以降は杉チップ材の補充等は必要なかった。これは、夏季の気温が30℃近くあり、湿度が約80%あったものが、11月からは気温が下がるとともに湿度が70%程度まで低下したことにより、水分が蒸発したものと考えられる。

本装置において杉チップ材の含水率の適正值は60~65%(申請者提示値)であるが、設置場所の湿度が常に高めであるなどの要因により、試験期間中においては概ね70%前後であり、75%程度になると水分過多の状態になったことが確認された。

コスト	総事業費(6,400千円) ※①~②の合計
	①本体工事費(5,700千円) ※a~c の合計
	内訳a. 建築(1,000千円) b. 電気設備(2,500千円) ※ソーラー発電システム含む c. し尿処理装置(2,200千円)
	②運搬費等(700千円)

## (4) 本装置導入に向けた留意点

### 自然条件およびインフラ整備条件からの留意

- ・ 今回の実証は平均気温が高い竹富島での実施となったため、申請者の希望でヒーターを使用しないこととしたが、寒冷地への設置には保温や加温のためのヒーティング設備の導入を検討する必要がある。
- ・ 湿度が比較的高い地域の夏季においては、杉チップ槽内の水分蒸発はあまり期待できず、上部槽内の水分蒸発を促進させるため、仮設によりコンプレッサーを稼働させたが、短時間ではほとんど効果が見られないことが確認された。

### 設計、運転・維持管理に関する留意点

- ・ 利用集中時の対策としては、ヒーターやコンプレッサーの稼働方法、それによる効果が実証できていないため、今後はそれらを含めたシステムとして確立することが望まれる。
- ・ 多くの大腸菌が検出されたため、試用した杉チップ材や分離液を取り扱う際には、衛生安全対策を徹底することが必要である。
- ・ 杉チップや分離液の引き抜き方法や頻度、引き抜き後の処理・処分方法を確認することが必要である。
- ・ 日照時間が十分確保できない場合においても、ある程度はトイレを利用できるが、杉チップ槽内の攪拌等ができなくなるため、より効率的な発電や蓄電方法、緊急用のバックアップ電源を検討することも必要である。

## (5) 課題と期待

### 課題

- ・ 杉チップを補充・交換するタイミングの見分け方とその作業性、分離液を引き抜きやすい構造とすることや作業を容易にすることが課題である。
- ・ 試験期間中には、電力不足で攪拌装置が作動せず、し尿が堆積することも確認された。応急対応としてのバックアップ電源やコンプレッサーの作動も含めた運用方法を確立することが望まれる。
- ・ 杉チップを攪拌するためのアームの破損も確認された。本装置において攪拌機能は重要な役割を担う部分であるため、動力負荷を踏まえ機械システムとしての完成度を上げる必要がある。

### 期待

- ・ 太陽光発電のみで稼働できるため、自然環境地域において有効であり、ニーズも高いことから、できるだけ安定的に稼働できるよう蓄電方法などを改良し、効率アップすることが望まれる。
- ・ 上部槽と下部槽で固液分離し、余剰水をばっ気することで臭気を抑制する仕組みが有効に機能したことから、負荷変動や湿度対策を中心に改善を図ることで装置としての完成度があがることが期待される。維持管理も含めたトータルシステムとして確立されれば、海岸や離島にふさわしい自立型のトイレとして機能すると考えられる。
- ・ 将来的には、し尿の資源化も含めた循環装置としての可能性も追求し、国内にとどまらず途上国支援も視野に入れて技術開発に取り組んでもらいたい。



## ◆自然環境エリアにおける今後のトイレ整備ニーズを考える

### 7) 海外山岳トイレ事情

大蔵 喜福(おおくら よしとみ)

(社)日本山岳会 元自然保護委員長

アラスカ大学IARCマッキンリーリサーチリーダー

日本山岳会の科学および自然保護委員会において1990年代より開催されてきた、山のトイレに関するシンポジウムや講演会などの主催や調査活動での協力体制、パネリスト等への参席による友好関係を結ぶ。ヒマラヤ(チベット・ネパール)やアラスカ、アンデス等の高所におけるトイレ問題の調査研究など、世界の山岳国立公園のトイレ問題を調査研究。また、山岳会では山のフィールドやトイレなどのマナーノート、外国人用リーフレットの制作をし、HAT-Jのテイクイン・テイクアウトの制作にも携わる。

# 海外山岳トイレ事情

クライミング編

チョーオユ・チョモランマ・マッキンリー・  
アコンカグア・キリマンジャロ他

## チョーオユーBC



## チョモランマBC



## チョモランマ、エベレストのトイレ



## マッキンリー、ブリーフィングでの注意



## マッキンリー、クリーン・マウンテン・カンとピーホール





マッキンリーのトイレ



マッキンリー、バケツトイレ



## アコンカグアのBCトイレ



## アコンカグア、BCと上部キャンプ



キリマンジャロ、ホロンボハット





## 山岳トイレ技術セミナー

- ◆開催期日： 2009年2月19日 13:00～17:00  
2月20日 9:30～12:00
- ◆開催会場： 航空会館(東京・新橋)
- ◆主催： 環境省
- ◆事務局： NPO法人 山のECHO