

山岳トイレの土壌処理技術について

岡城 孝雄 ((財)日本環境整備教育センター 企画情報グループリーダー)

1. はじめに

土壌処理方式は、欧米諸国では地下灌概法と呼ばれ、個人住宅の雑排水の処理、下水処理などに利用されている。一次処理装置により処理した汚水を地中に均等に散水し、浸透あるいは浸潤する処理法である。

土壌中には、多種多様な微生物や後生動物が生息しており、その数は、土壌 1g 当たり 100 万から 10 億ともいわれ、また、粒径も 0.02mm 以下の粘土から 2.0mm の粗砂までが存在する。このような特性を有する土壌は優れた浄化能を有し、土壌に適正な有機物を負荷している場合には、地下水の汚染の心配がなく、衛生的に安全に処理ができる。ただし、この処理法は土壌に負荷される有機物が多いと細菌の増殖による目詰まりが起これ、浮遊物質濃度の高い汚水を多量に浸透させると、浮遊物質による目詰まりが起これるので、浸透水の水质及び水量について適正量を維持する必要がある。我が国のように、地形や地質が複雑であり、土地利用が高度な所では、浸透処理を無原則に行うことは地下水汚染などの障害の発生が予想される。

そのため、日本では、この方式の設置できる地域を限定し、また、運用及び維持管理が適正に行われるように規定されている。

2. 土壌処理の方法および土壌処理設備の設計上の留意点

(2006 年版浄化槽の構造基準・同解説から引用)

(1) 設置できる区域について

この方式による浄化槽が設置できる区域は、特定行政庁が、当該処理方式により汚水を処理することとしても衛生上支障がないと規則で指定する区域である。なお、この区域についての基準は、昭和 44 年建設省住指発第 26 号の別添に示されており、その内容は次のとおりである。

政令第 32 条第 2 項に規定する「特定行政庁が地下浸透方式により汚物を処理することとしても衛生上支障がないと認めて規則で指定する区域」は、都市計画法第 7 条に規定する市街化区域以外の区域で、十分な地下浸透能力を有する土壌におおわれており、かつ、当該方式によって区域内の地下水、水源地、その他これらに類する水域で水质保全上重要なものに衛生上支障を及ぼすおそれのない区域である。

(2) 装置の構造

代表的な単位装置の組合せと配置例は図 1 に示す。一次処理装置の構造、容量は、第 4 第一号に定める構造で、その一般構造は、第 1 第四号に従った構造と、これからの流出水

を土壤に均等に散水して浸透させる装置と組み合わせた構造とする。

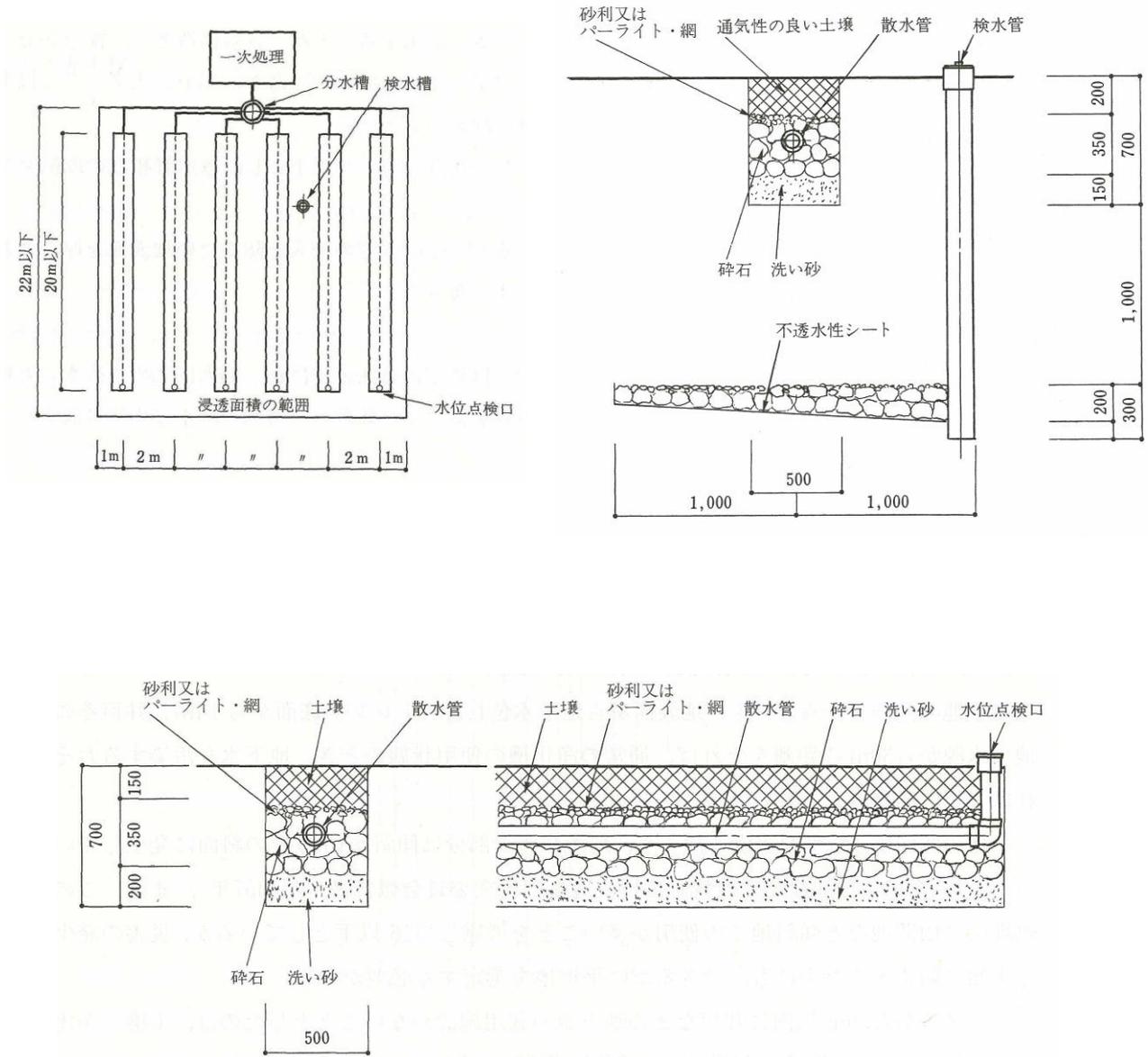


図 標準的な土壤処理装置の概略図

(3) 土壤浸透処理可能な土地条件

- ①地表面下 2m 以上の土壤の厚さが、砂質土又は粘着土であり、透水性の過大な礫層などの地下の水脈に短絡するような土質でないこと。
- ②盛土地盤においては、盛土後 1 年以上経過していること。
- ③地下水位は予定されるトレンチ底面より 1m 以上深い位置にあること。
- ④土壤の浸透速度は過大又は過小でないこと。

⑤土地の傾斜は、土壤浸透処理を行う敷地の周辺を含めて 16° 以下で、かつ、地滑りのおそれのないこと。

⑥土壤浸透処理を行う敷地の端から30m以内に、飲料水にかかわる既設の井戸及び水源のないこと。

(4) 設置予定地の事前調査

(3)に示した①～⑥のすべてを満たす上では、設置予定地の事前調査が必要である。そのためには、地形図(3,000分の1～25,000分の1の地図)により、予定地のおおよその状況を把握し、その後、設置場所付近の500分の1の地図で既設の井戸、水源地の有無の確認を行い、地下水位が2m以下であることの確認や、埋立土かなどを土壤の圧密状況の試験による調査、併せて、土質柱状図の作成(図3-32の参考例参照)と記録を行い、最終的に土壤の浸透試験結果から算定される必要面積の算定を行う手順が必要となる。

i) 地下水位などについて

我が国の地形、地質、気候はそれぞれの地域によってさまざまであり、地下水脈の予想もつけがたい地域も多い。しかし、地下に浸透する水の中の汚濁成分は、土壤中を濾過される過程で浄化が進行する。その浄化能は浸透距離や汚水の成分によって変化する。腐敗室流出水の浮遊物質は250mg/L、BODは120mg/L程度の濃度であるが、その水中には大腸菌群、一般細菌も含まれている。従って、汚水中の成分や細菌群が十分捕捉、除去、分解できるだけの土壤厚及び水源までの距離がないと地下水を汚染することになる。実装置の調査結果からみると、汚水中の成分は、表層部に比較的広く広がり、その範囲は水平距離として約1mであり、垂直の深さでは0.7mであったといわれる。

その他のデータからみても、地表面から地下水位1.5m(トレンチ底面から1m)、井戸その他の水源から30mの距離をとれば、通常の浄化槽の使用状態のとき、地下水を汚染するおそれはないものと考えられる。

土地の傾斜は、特殊な事例を除くと、地滑りの大部分は傾斜が 15° 以上の斜面に発生していること(長野県:尿尿浄化槽放流水地下浸透処理研究委員会報告書、昭和57年)、また、この処理法は山間地など傾斜地での使用が多いことを考慮して 16° 以下としているが、災害の発生を未然に防止するためにも、できるだけ平坦地を選定する必要がある。

この装置から30m以内に井戸などの地下水の利用施設がないこととしたのは、土壤の浄化力はかなり高く、処理水の横方向への著しい影響は、深さ1m以下でほぼ1mにとどまっているが、深部においては地下水の状況によってさらに広範に影響が及ぶことがあることから、安全性を考慮して30mとしてある。

盛土地盤は、雨水の浸透や地下水位の変動の影響により、自然圧密され、沈下を起こすことが多いし、また、盛土直後に浸透速度試験を行っても、地盤の浸透能を的確に把握しているとは言い難いことから、盛土地盤が締め固まって安定するまでの猶予期間を1年以上としてある。

ii) 浸透面積について

処理対象人員 1 人当たりの浸透面積は第三号の表に掲げられているとおりであり、その面積は浸透時間の試験を行って決定する。ただし、この面積は透水係数を主体として決められているので、汚水の濃度が高く、かつ、水量が多いときは安全側の数値をとることが望ましい。浸透面積は図 3-25 に示したとおり、散水管の両端及び先端よりそれぞれ 1m を隔てた面積である。

iii) トレンチについて

トレンチは、掘割溝のことをいい、図 3-26 に示したとおり、溝の幅は 50~70cm、深さは 60~70cm が用いられている。一般的な構造は、散水管の周辺を 35cm 程度の厚さの砕石で巻く方法であり、ついで掘割溝の底部に 15cm 程度の洗い砂を敷く方法がある。その後土で埋め戻しを行うが、埋め戻しの土は地表面より盛り上げるようにし、雨水の浸入を防ぐようにする。散水管は通常塩化ビニル管などを用い、底部に 3~6mm 程度の穴を 10cm 間隔に千鳥状に開けたものを用いる。散水管の周辺に敷く洗い砂、砕石は水の拡散面積を広くするためと、管の保護を兼ねている。

iv) トレンチの長さや散水管の間隔について

散水管は、管径 50~100mm 程度とし、管の長さは、直線距離が 20m を超えると端末まで均等に散水できないおそれがあるので、20m 以下としている。管の勾配は一次処理水の流出水の水頭により水平のものから 100 分の 15 程度までさまざまであるが、散水管を設置して散水試験の後に埋め戻す必要がある。散水管相互の間隔は、水平浸透に障害を生じるおそれのない土壌間隔としてある。

(5) 土壌浸透装置の構造

- ① 分水槽は、浄化槽処理水をトレンチに均等に分水できる構造とする。
- ② トレンチは、幅 50cm から 70cm、深さ 60cm から 70cm 程度で、等高線に掘削し、底部には砂を 15cm 程度埋め戻し、中央部に散水管を設置し散水管の周りを 25cm から 40cm 程度多孔質の礫又は砕石で覆い、上部に網などを敷き通気性のよい土壌で 15cm から 30cm 被覆する。
- ③ 散水管は、管径 50mm 以上 100mm 程度とし、その間隔を 2m 以上、長さは 20m 以下として、末端まで均等に散水できるようにする。末端には水位点検口を設ける。
- ④ 検水槽は、土壌浸透装置の 400m² 以下については 1 か所、400m² を超えるごとに均等に 1 か所ずつ設置し、トレンチ底面から 70~100cm の深さの浸透水を随時採取できる構造とする。

3. 無動力方式嫌気濾床・土壌トレンチ法

(1) 原理

本法は合併処理浄化槽(エネルギーを用いる方法)と土壌浸透処理を併用する方式とは異なり、無動力で土壌浸透処理を活用した方法であり、嫌気濾床と土壌トレンチを1セットとして2~3セットの多段に組み合わせることによって、生活排水に含まれている溶解性有機物質、SS、窒素、リンを無動力で除去する方法である。

通常、高度合併処理浄化槽では処理水を脱窒濾床槽へ循環させることにより脱窒濾床槽で脱窒を行うが、本法では落差を利用し、土壌トレンチ内の硝化細菌による硝化反応(7°), 次段の嫌気濾床内の脱窒細菌(通性嫌気性細菌)による脱窒反応により窒素が除去される。脱窒反応は2セット目以降の嫌気濾床内で起こるが、脱窒のための水素供与体として生活排水を各段の嫌気濾床に分配して流入させる必要がある。また、リンの除去原理に関しては、土壌中の鉱物粒子との化学的反応によるものである。

(2) 処理フロー

本法の処理フローの例を図-2に示す。

嫌気濾床と土壌トレンチを1セットとして、これを2~3セットの多段に組み合わせて、生活排水は2セット方式、3セット方式ともにすべての嫌気濾床へ分配して流入させる。各段の嫌気濾床でSSが除去された後にトレンチ管に流入し、土壌中へ浸透拡散処理が行われる。土壌中ではアンモニア性窒素の硝化及び土壌団粒の吸着によりリンが除去され、2セット目以降の嫌気濾床内で脱窒が行われる。最終セットの浸透処理水は浸透又は全量集水した後に水中ポンプなどで公共用水域に放流される。

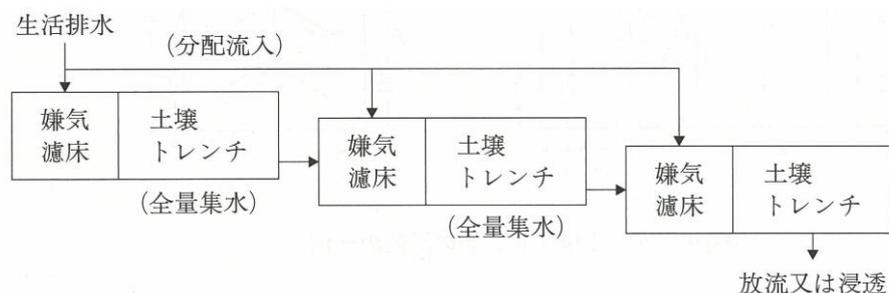


図-2 土壌処理を用いた高度処理

(3) 処理特性

本法の処理効果については、実証試験機を用いた実施結果が得られている。なお、流入排水は、生活排水を用い、流入は朝8時より4時間おき、200Lずつ計1t/日で流入させた結果である。流入原水のBOD 92~709 mg/L, T-N 16~54 mg/L, T-P 0.6~9.3 mg/Lに対して、土壌トレンチ第3段目の処理水でBOD 0.2~1.7 mg/L, T-N 0.12~8.7 mg/L, T-P 0.025~0.11 mg/Lが得られており、BOD、リンについてはほぼ100%、窒素についても

95%以上の除去率が得られている。この時、嫌気濾床における脱窒率、土壌トレンチにおける硝化率はそれぞれ 100%である。本法での留意点として、嫌気濾床槽において十分な SS 除去がなされない場合、土壌の閉塞による処理機能低下、土壌表面への汚水の流出が生じる。そのため、嫌気濾床槽での十分な SS 除去はもちろん、適切な維持管理が必要不可欠である。また、土壌浄化法で共通することであるが、粘土質の土壌の場合はモミ殻等の添加による土壌の改変を行うことが必要である。

4. 山岳トイレに適用された土壌処理の事例

4.1 従来の土壌浸透処理の現状

T山荘には、宿泊客も多く、食事も出されるため大量の排水が発生する。トイレの便器数は男女それぞれ 10 穴程度あり、その汚物は台所排水等によって押し流し、外の処理槽へ流される。処理槽では固液分離が行われ、水は地下に浸透されていた。平常はその浸透水をみることはできず、処理が十分行われていると考えられている。偶然、その浸透水が湧き出ているところから、試料を採取し分析したところ、次の結果が得られた。

表-1 T山荘の排水処理槽からの浸透水の性状

項目	COD mg/L	BOD mg/L	NH ₄ -N mg/L	NO ₂ -N mg/L	NO ₃ -N mg/L	T-P mg/L	大腸菌群 個/mL
濃度	316	730	386	0	0	42.3	1.3×10 ⁵

自然の環境容量の大きさに委ねてしまう点を反省する必要がある。日本トイレ協会が日本山岳会等と協力して実施した水質調査結果からも、し尿に由来する汚染が報告されている。これまで山岳トイレについては、構造・性能基準等がないため、実際に使用してからの実態を、正當に評価することが必要である。無放流の場合、汚水・汚泥の行方、放流の場合、自然環境、水環境への影響を十分に検討する必要がある。外観上のグッドトイレに加え、環境配慮型のトイレも評価の対象に加えることも重要であろう。また、今後は、し・尿の衛生的な点を考慮した分離型のトイレも必要と考えられる。

4.2 山岳トイレの実証事業結果

し尿処理方式*1)	土壌処理方式
実証機関	神奈川県自然環境保全センター
実証申請者/環境技術開発者	株式会社リンフォース
技術名	洗浄水循環式し尿処理システム

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する。

(1) 実証装置の概要

<p>装置の特徴</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 本装置は、し尿を嫌気処理したのち土壌粒子による吸着やろ過作用、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300cc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。 ・ 豪雨時に地下貯水槽内の処理水が土壌処理槽側に溢れるのを防ぐため、雨水浸透槽から系外に地下浸透させる工夫がなされている。 ・ 商用電力がない場所でも設置でき、圧力式の足踏みポンプを用いて処理水を便器の洗浄水として利用をする点に特徴がある。
<p>し尿処理フローおよび解説</p>	<p>太陽エネルギーを用いて洗浄水を移送</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 便槽兼消化槽に酵素を投入して、し尿中の固形物の液化を促す。 ② 接触消化槽で浮遊物等を除去し、土壌処理槽に自然流下で移送する。 ③ 接触消化槽処理水は、土壌中に埋設した多孔性の散水管(トレンチ)を介して土壌層内に浸透される。 ④ 土壌処理水は、土壌槽の底部にある地下貯水槽に貯留し、洗浄水として再利用する。 <p>※地下貯水槽から太陽エネルギーを用いた揚水ポンプにより洗浄水タンクへの処理水の移送、及び洗浄水タンクの水を足踏みポンプで便器洗浄に用いる以外の各槽間の処理水移送はすべて自然流下方式を用いている。</p>

(2) 実証試験の概要

① 実証試験場所の概要

所在自治体	神奈川県
山岳名	■山岳名: 丹沢・鍋割山 ■山域名: 丹沢山塊 ■標高: 1272.5m
トイレ供用開始日(既設のみ)	平成 15 年 11 月 28 日(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)



- ①トイレ全景、手前が土壌処理槽、②足踏みポンプ式洋式便器、③足踏みポンプ式和式便器
④地下貯水槽点検口、⑤建物横に埋設してある接触消化槽のマンホール

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: 15.40 m ² (W5,520 mm × d2,790 mm) 土壌処理部分: 40.00 m ² , 接触消化槽部分: 1.34 m ² (W840 mm × d400 mm × 4 基) その他: 0.21 m ² (分配枘 0.07 m ² × 2 基, 雨水調整槽 0.07 m ²) 合計: 56.95 m ²	
便器数	男(大:和 1, 小:1), 女(洋 1, 和 1)	
処理能力等 (設計・仕様)	利用人数	平常時: 100 人回/日, 利用集中時: 400 人回/日
	循環水質	地下貯水槽における土壌処理水の BOD 値: 10mg/L 前後
	必要水量	初期水量: 4 m ³ , 補充水量: 0 m ³
	必要電力	必要電力: 50W, 消費電力量: — kWh/月
	必要燃料	不要
	必要資材	酵素(1 月あたり 1,440g で 5,250 円)
	自然エネルギー利用	目的: 揚水ポンプによる処理水の洗浄水タンクへの移送 種類: ソーラーパネル 仕様: 公称最大出力 120W(寸法 967 mm × 962 mm × 56mm)
	稼動可能な気温	0°C 以上
	専門管理	1 回程度/年
搬出が必要な 発生物	発生物の種類: 汚泥	
	発生物の量と頻度: 使用条件により異なる 最終処分方法: し尿処理場で処分	

(3) 実証試験結果

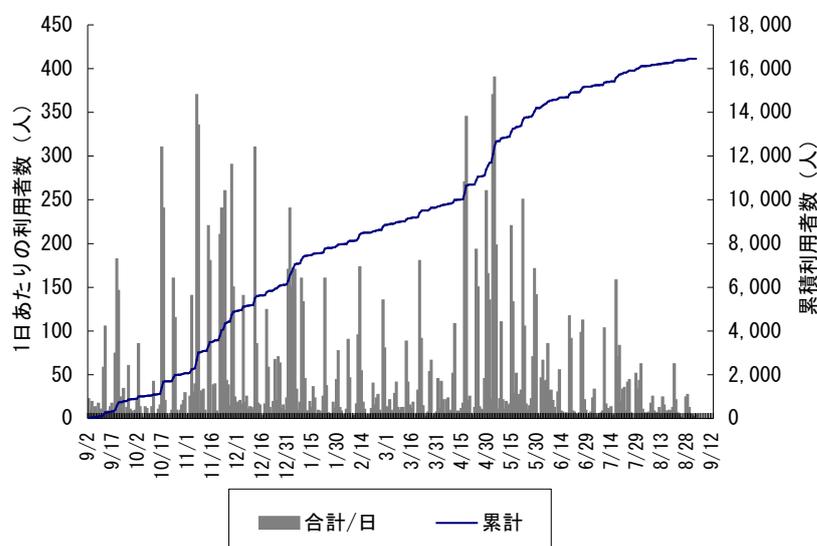
① 動条件・状況

項目	実証結果
実証試験期間	試験期間:平成 16 年 9 月 2 日～平成 17 年 9 月 12 日(376 日間)
利用状況	利用者数合計:16,735 人(376 日間)
	集中時:平成 16 年 10 月 25 日～11 月 30 日(37 日間), 最高:370 人/日, 平均:79 人/日
	平常時:平成 16 年 9 月 2 日～10 月 24 日, 12 月 1 日～平成 17 年 9 月 12 日(339 日間) 最高:390 人/日, 平均:41 人/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)
気温	最高: 29.2℃, 最低: -10.7℃, 平均: 9.2℃
消費水量	初期水量:8 m ³ , 補充水量:0 m ³ 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: 50W 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(今回は無し)

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 15 分, 実施頻度:1 回/日	
専門管理	1 回あたりの作業量:1 人で 1 時間	
開閉山対応	無し	
発生物の搬出及び処理・処分	無し	
トラブル内容	配管トラブル(発生確認日:平成 16 年 10 月 6 日)	
ランニングコスト (空輸代除く)	電力使用料または電力用燃料費	— 円/月
	水使用料	— 円/月
	消耗品使用料	平均 5,250 円/月, 内容:酵素代
	発生物等の運搬・処理費	— 円/回
	その他	— 円/月

利用者数グラフ



秋期や春期に利用者数が多く、祝祭日を中心に利用者が集中する傾向にある。対照的に 1～3 月、8 月と利用者が少なくなる。特に 8 月は曜日に関係なく利用者数が少ないことが確認された。

平常時においては全体的に負荷が少し低めであったが、集中時は設計条件への適合性があったといえる。

維持管理の作業性	複雑な構造や設備でないため、比較的容易に維持管理できる。長期的に安定して稼働できるよう、土壌処理部等にも点検口を設けることが望ましい。
冬期の使用方法	冬期間でも室内の加温により、凍結せずにトイレを使用できた。装置に凍結防止対策を施すことによって、冬期利用の可能性が広がると考えられる。
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	装置がシンプルなため現状のマニュアルでも日常管理はできるが、所期性能を維持するには、具体的な管理基準等を設けることが望ましい。

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 93%
b.トイレブースの明るさ	許容範囲内と回答した人は 58%
c.洗浄水の色やにごり	許容範囲内と回答した人は 72%
d.足踏みペダルの使い勝手	許容範囲内と回答した人は 55%、改善すべきは 13%
e.使用済みペーパー持ち帰り	許容範囲内と回答した人は 47%、持ち帰りたくないは 28%

④処理性能

- 処理性能の結果は表 1 に示すとおり、全体としても比較的良好な結果が得られたが、実証申請者が提示する BOD 値に関しては、提示値まで至らなかった。
- 一方で、性能提示はされていないが、SS 除去率は 99%であり非常に良い結果が得られた。
- 本装置の特徴を水収支からみると、洗浄用水の水源に処理水と雨水浸透水を利用して、処理水の再利用を図った処理水循環型の装置といえる。土壌処理槽では、降雨時における土壌表面からの雨水の流入、晴天時における土壌表面からの水分蒸発散が繰り返し行われ、これらの収支は、設置条件に大きく左右されることが推測される。すなわち、降水状況により水量バランスが変動し、それに伴い処理機能も変動する可能性がある。
- 周辺土壌への影響については、雨水浸透槽の地下浸透部近傍の土壌を分析した結果、対象土壌と比較して大差はなく汚染は認められなかった。

表 1 土壌処理水の分析結果

項 目	設計値	調査結果（平成17年）			
		1月22日	7月11日	9月12日	
BOD	mg/L	10前後	15	71	28
SS	mg/L	—	5	6	5
水温	℃	—	5	16	18
BOD除去率	%	—	95	90	98
SS除去率	%	—	98	99	99

4.3 槍ヶ岳山荘関係山岳トイレ整備の経緯

(2008年 山岳トイレ技術シンポジウム資料・穂苅康治氏資料から引用)

北アルプス南部においては、昭和60年からの長野県豊科保健所による北アルプス南部地区山岳観光地し尿処理対策研究会の活動をはじめ、山岳衛生環境の改善を進める動きがあり、長野県衛生公害研究所による高地におけるし尿処理実験も行われていた。ただし、気温が低く、水、電気、運搬手段その他地形的制約の多い高地において、し尿処理装置設置に手をつける事業者はいなかった。

槍沢ロッジは、大正6年にこの地域では始めて山小屋として創業した槍沢小屋（当初アルプス旅館といった）を前身としているが、その創業80周年記念に小屋の改築を計画していた。平成7年から、平成10年にかけて行われた改築工事の中で、嫌気性タンクと土壤処理装置の組み合わせであるTSS土壤処理方式の簡易水洗トイレ（約40百万円全額自己負担）（大10穴・小5穴）を設置した。当時、標高が同じくらいの雲取山荘前に東京都が同じ方式で水洗トイレを建設しており、電気を使わない、維持が容易という理由でこのトイレを選定した。槍沢では、節水できる簡易水洗を採用した。ただ、簡易水洗にしても生し尿の4倍の汚水を処理するためには、土壤処理敷が広く必要で借地の許可を得るまでに時間を要した。また、40トンほどの嫌気槽の設置には、深さ3メートルほどの穴を掘る必要があり、岩の多い山中の作業に多くの時間を要した。さらに嫌気槽を作るためのセメント、砂利、砂の運賃が、莫大であった。（例として、ヘリコプターの荷揚げ代が、1キロ150円とすると、セメント・砂・砂利の1袋が、約5千円になる勘定）。資金の調達も大変であったが、現場スタッフの苦労も大変であった。

また、同じ年に別に槍沢キャンプ場に、リンフォース方式土壤処理装置で組立式簡易水洗トイレ（1穴）を設置した。

平成12年の槍ヶ岳山荘以降のトイレ改善工事には、平成11年秋にできた環境省山岳環境改善・安全対策緊急事業による半額補助制度が利用できた。この補助制度創設については、山小屋関係者も努力したが、HATJ、東京都岳連を主体とする山のトイレさわやか運動等山岳関係者、信濃毎日新聞等報道関係のご尽力によるところが大きい。

平成12年には、その新たに創設された補助制度を利用して、槍ヶ岳山荘にある4箇所のトイレの一つにTSS土壤処理方式の非水洗トイレ（補助対象事業費36百万円 大9穴・小2穴）を導入した。この工事に伴い、建築基準法の関係で木造の本館の建て替えが必要となり、トイレ改築の3倍以上の費用が掛かった。

平成15年には、大天井ヒュッテに、補助制度により便尿分離式トイレ（事業費15百万円 大4穴・小3穴）を導入した。既存の便槽を防水処理して、便のみを貯留してバキュームタンクで搬出する方式を採用し、尿は、衛生的には無菌なので現地にて土壤処理をしている。

南岳小屋には、平成13年より試験的におがくず利用のバイオトイレを外来用に1基導入していたが、平成17年に補助制度により、同トイレを4基導入してトイレの改善（事業費

20 百万円) を行った。電源に、太陽光発電・風力発電も併用した結果、発電のための燃料消費を抑える事ができた。

平成 19 年には、槍ヶ岳山荘の残り 3 箇所のトイレの改善を補助制度(事業費 60 百万円大 19 穴・小 5 穴)により実施した。2 箇所には、環境省が涸沢公衆トイレで採用しているカートリッジ利用の便尿分離式テークアウトトイレを採用，1 箇所には、便尿分離式おがくずバイオトイレを採用した。尿については、土壌改良等に利用されている黒曜石を高熱で発泡させたパーライトを使用した土壌処理装置を採用した。おがくずバイオトイレの夜間給電のために太陽光発電を採用した。

平成 19 年には、槍沢ロッヂにも従来トイレのなかった別館に同じ補助事業で便尿分離式おがくずバイオトイレ 1 基を導入した。(事業費 13 百万円)

5. し尿分離型トイレの再考

し尿分離処理に関する研究が日本では 1949～1950 年において、神奈川県衛生研究所（児玉威，武藤暢夫，原田文雄，森久保茂）と神奈川県農業試験所（岡本春夫）によって行われた。それまでにも、衛生的安全性確保と資源化の効率を高めることを目的に検討されてきたが、それを実証したものである。

尿とし（尿）の処理方法は次のように示された。

尿・・・・・・・・・・直接肥料化，農村供給肥料

し（尿）・個人処理・・高温発酵堆肥及び厩肥処理，埋没処理，加熱処理，化学的処理
集団処理・・熱処理，乾燥処理，好気性或いは嫌気性消化処理，廃棄

上記の処理が合理的とされたが、これを実行するためには衛生教育の徹底，農民の協力，収集運搬を含めたシステムが重要であることも示された。

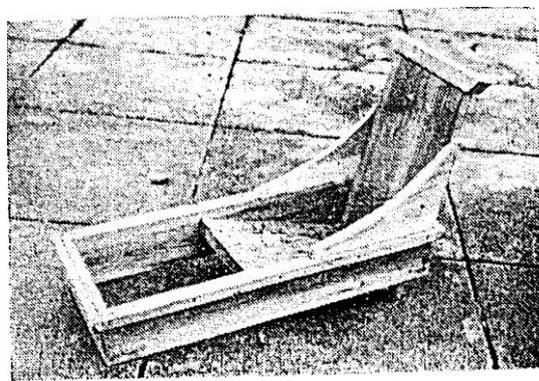
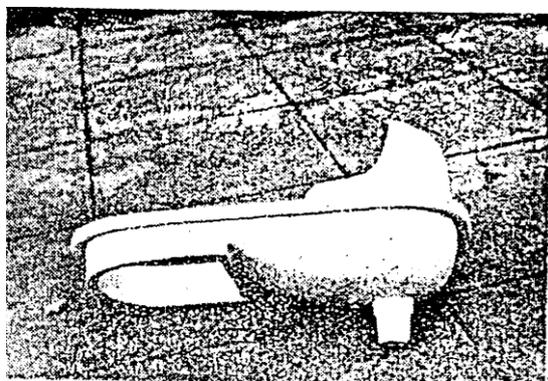


図-3 日本で開発されたし尿分離型の便器

諸外国においてもこのようなし尿分離が行われている例も多くなり、エコサニテーションとして定着しつつある。

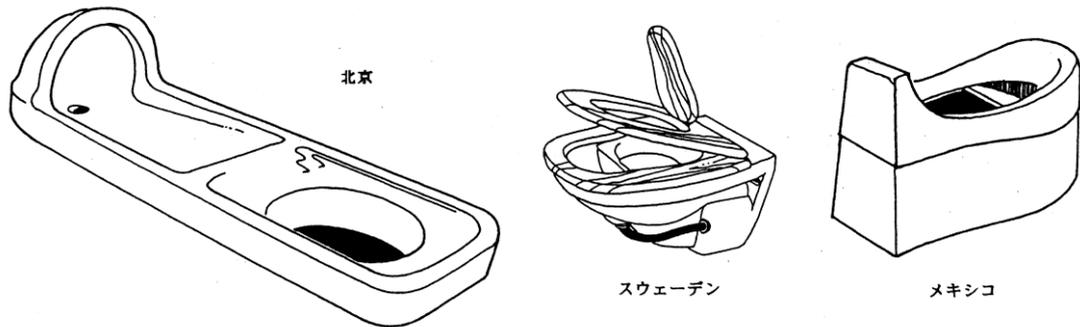


図-4 海外のし尿分離型便器

し尿を分離して回収を行う場合には、実施主体が誰で、その受け皿は誰かを明確にし、どのような覚悟が必要かを明らかにしなければならない。しかし、このような取り組みは、し・尿の衛生学的な点を考慮した処理システム開発には極めて有効と考えられる。すなわち、尿は衛生学的に細菌汚染は極めて小さいことを考慮することである。

すなわち、山岳地のように尿の比率が高く、また、し尿処理した後の汚泥処理問題を抱える地域には、し尿分離型の処理は極めて有効ではないかと考えられる。

6. 土壌処理の維持管理方法

これまでに示した土壌処理の能力は、極めて大きなものであるかの印象を受ける。しかしながら、土壌の物理化学的能力、微生物学的能力を発揮させるためには、設計時において負荷条件に余裕があることが必要である。

一般的な生物処理装置に比べれば、操作条件が少なく設置後、そのままの能力を継続的発揮するものと考え違いをしている例も少なくない。

このような土壌処理装置を維持していくためには、土壌処理装置への固形物の流入を極力抑えることが必要である。そのため、一次処理装置の適正な運転が重要となる。

一方、土壌処理装置の欠点は、設置後に見えるのは入口と出口の2か所になることである。各トレンチが機能しているのか、目詰まりしているのかの判断がつかない。そのため、トレンチの各分岐するところには、弁を設けて水の流れ方の状況、水位の異常上昇の痕跡が確認できるような設備が必要である。

また、処理水質については、それぞれの部位で試料を採取できる構造とし、処理水質については臭気、色相、透視度等が現場での判断に有効である。必要に応じてトレンチの入口から水量負荷をかけて、先に示した処理状況を観察することも有効である。

長期的に使用すると微生物の成長や塩分の蓄積等により土壌の目詰まりを生じることがある。この場合には、目詰まりしているトレンチ部分を半年、1年程度休ませることで回復させることができる。なお、強制的に回復させたい場合には、土壌部分を掘り起し、切り替えしを行うこともある。

これまでの山岳トイレに適用されている土壌処理装置については、土壌処理装置に雨水の浸入があること、降雪による雪の重みにより、トレンチの水平、傾斜が大幅に変化し配管の破損やずれを生じるケースも多く認められている。このような点が実証事業を行ってはいじめて明確に確認されてきている。

また、土壌処理装置の上の植生を利用して蒸発散を期待する施設もあるが、これも目的を果たしている施設は極めて少ない。地域特性を考慮した設計を行わなければ十分な機能を発揮しない。

以上、述べたように土壌の神がかり的な能力を過信せず、その能力を発揮させるための装置工学的な設計、その後の維持管理上の対応できる設計が必要であり、日数の経過に伴い生じる変化を読み取り、早期に機能回復が図れるように体制を構築しておく必要がある。