

山岳バイオトイレの実例と稼働条件

今村とし子（大央電設工業(株) 営業部）

1. 幌尻山荘バイオトイレ

2005年7月下旬、平取町より幌尻山荘へのバイオトイレ設置の見積依頼がきました。山荘の宿泊人数・過去の登山者数・気象データ等資料をもとに使用量を概算で計算しました。バイオトイレL型3台が必要でしたが、打合せの段階で予算の関係もあり、L型2台（男子1・女子1）にハイブリット（蓄電）・重量センサーシステム・し尿分離システム・セパレート便器・尿タンク300L×4台に、トイレ小屋・ヘリ運搬も含めて見積を提出しました。

しかし、予算の面から最終的に、仮設トイレとバイオトイレL型1台（大1・小1）で、セパレート便器から分離した小便と男子用小便配管をつなぎ、直接尿を尿タンクに分離する方式に決定しました。有機物（大便・生ゴミ・トイレットペーパー）等の分解は、温度・酸素・水分のバランスが大切なので、自動分離方式の必要性を説明しましたが、何分にも予算が無いのでとりあえず山荘の管理人さんに管理内容を説明して、やってみようということになりました。その後、山荘の横には水量の多い川が流れていますので、電源は水力発電で行おうという方向になりました。

2005年10月1日～9日の間で工事を実施しました。設置工事は無事完了しバイオトイレの管理方法も、山荘の管理人の方によく説明しました。しかし、水力発電の工事は実行されませんでした。バイオトイレ本体は冬囲いをして下山致しました。

2006年も水力発電の工事は完成せず、次年度早々ということになり、一年間バイオトイレは使用できませんでした。

2007年6月下旬に、水力発電システム完成と共に弊社3名にて現地入りし、森林管理者・役場・山岳会・カンデンエンジニアリング等、幌尻山荘にて打合せをしました。弊社は照明器具の取替他始業点検を行い、処理槽にバクテリアを投入して1日様子を見ました。再度、管理人さんに取扱説明をして、翌日下山しました。登山者・宿泊者も多い中で、水力発電の説明等管理人の方は大変な状況の様でした。

弊社の場合、年間3回程度のパフォーマンス契約を条件に設置するのですが、予算の関係で2007年は保守契約はされませんでした。

2007年7月25日に、山荘管理人さんより、尿配管が漏れているという連絡が入りました。8月1日～4日に改修工事に入りましたが、尿タンクの下部バルブの緩みが原因でした。

それから、3週間ほどして管理人さんよりバイオトイレ発酵槽内の状況写真が送られてきました。分解能力が低下して、バクテリアも孢子状態になっていました。有機物の分解は温度・水分・酸素のバランスが大切です。

モーターが設置されている地下室の防音工事と、し尿を自動で分離する装置の改修工事が決まりました。弊社の工事は9月24日～27日にかけて行いました。ちょうど防音工事も行われていました。

音はある程度小さくなりましたが、モーターをフル回転すると振動と音はかなり感じられました。



幌尻山荘バイオトイレ



し尿分離用の尿タンク

問題点

1. 発酵槽内の水分の管理が難しい。
 - ① 使用時は朝と夜に集中する。入り口ドア上に、大便器使用禁止のパトライトが点灯していても使用を継続している。(注意書きはドア正面に貼ってある。)
 - ② 混雑した場合、男性が大便器より小便をしてしまうと、尿の分離ができない状態になる。
2. バイオトイレL型が1台のため、大便の使用量がオーバーとなり分解が遅れる。分解しきれないものが毎日少しずつ重なり、発酵分解能力が著しく低下して、バクテリアによる分解も行われず、菌床の取り替えが必要となる。現在の状況から、L型3台～4台(大3～4・小3)が必要と思われる。

2008年バイオトイレ発酵槽内でバクテリアが孢子となり、分解がうまくいかずに菌床・バクテリアの搬入・入れ替えをしましたが、思うように稼働しませんでした。

9月8日・9日と3名にて現地に入り、原因を調査しました。採取した菌床を、バクテリアの開発者であります入江先生に送り、調べていただいています。決定的な原因は究明されていません。投入しているバクテリアは好気性のバチルス属の組み合わせです。

9月30日に山小屋の運営は終了しましたが、トイレ不調や発電機の故障で、山小屋運営日の1/3しか稼働しなかったという報告がまいりました。

バイオトイレの増設を望みます。

2. 縞枯山荘バイオトイレ



縞枯山荘（右側がトイレ棟）



ピット内のバイオトイレ

昨年本誌でご紹介しました縞枯山荘（八ヶ岳中信高原国定公園・標高2200m）のバイオトイレは、設置後2年を経過しました。L型4台（大4・小3）と雨水手洗装置1台の設備で通年使用しています。当初より順調に稼動し、処理槽内の菌床の状況も良好で、好気性バクテリアの発酵分解が進み、菌床の交換は一切ありません。

2007年1月～12月のトイレ使用実績

年間宿泊人数 1,560人

トイレ使用回数 大便 4,438回（1回250gとして1,109.5kg）

小便 17,869回（1回250gとして4,467.3kg）

生ゴミ 120kg

記録されている数値は以上になりました。利用客の皆様と山小屋従業員さんに、協力していただきましたが、実際にはトイレ使用時に記録をつけない人もかなりいます。

縞枯山荘は長野県茅野市にあります横岳ロープウェイ山頂駅より、坪庭を観察しながら徒歩で20分で行かれる山小屋です。夏場のシーズンの週末がピークになります。多い日は1日に500回以上のトイレ使用があります。秋は縞枯現象による見事な縞模様の紅葉を近くに見ることができます。また、冬はテレマークスキーを楽しむ人も多く、宿泊客以外の使用も年間を通して数多くあります。

オプションとしては、JSS（重量センサーシステム）とSBS（し尿分離システム）を併用し、処理槽の処理能力を超えた水分（尿）のみ、自動で専用タンクに分離される仕組みになっています。

分離された尿は、使用が少ない時に処理槽に戻して蒸発させるか、エコロジカルサンエーション（弊社ホームページ参照）の思想に基づき、優良な液肥として利用できますが、山岳地帯では運搬の面で難しいのが現状です。縞枯山荘の場合は、近くにロープウェイの駅があるため、山から下ろすことも可能です。

縞枯山荘の機械室は地下のピットになっているため、冬期間でもほとんど零下になるこ

とはなく、凍結の心配はありません。処理槽を覆うヒーターの保温と、菌床の発酵熱が交互に作用して、適温を保っています。ちなみに、冬期の外気温は最低温度が -20°C ～ -30°C 近くにもなります。このような厳しい環境下でも、年間を通じて順調に稼働できる条件として、次のことが考えられます。

3. 稼働条件

①適切な設置台数

使用される回数の予測は難しいものですが、予算を重視して台数を減らすと、設置後に頻繁にトラブルが発生してとり返しのつかない事態になります。限られた容量の処理槽の中で分解処理できる能力は決まっています。近くに他のトイレがあれば、使用禁止にできますが、なければ使用せざるを得ないのです。解決策としては、オプションのJSS・SBSを組み合わせる方法があります。

②安定した電力の確保

縞枯山荘は800m程離れた場所にあるロープウェイの駅から、埋設ケーブルで電気をひいています。そのため、安定した電力を確保できています。太陽光・風力・水力といった自然エネルギーは、安定した電力の確保が難しいのが現状ですが、山岳地帯では、その電力に頼らざるをえません。計画段階で余裕を持ってSPパネル・バッテリー等を確保しないと悪天候が続いた場合には、使用が継続できなくなることがあります。最悪の場合は発酵分解が進まず、菌床の交換が必要になります。

③日常の維持管理

定期的な保守点検は、年間3回程度実施しますが、日常の維持管理も重要です。複数の処理槽があれば、すべて均一に利用されることはありません。利用回数が少ない処理槽を従業員が利用したり、全体の利用者数が少ない時期は、過剰な乾燥を防ぐため何台か電源を落として使用を止めるなど、現地に合ったきめ細かな管理をすることで処理槽を守り、コストダウンにもつながります。

管理担当者が複数いる場合や、新しい方に変更になる場合は、次の担当者に管理方法を確実に伝えていただくことが重要です。

④利用者のマナー向上

好気性バクテリアの発酵分解に重要な、水分の管理をするためには、公衆トイレのように不特定多数が利用するトイレは、最初からし尿分離されることが望ましい条件です。混雑している時など、男性が小便器を使わないで大便秘器から直接処理槽に排尿してしまうと、水分が処理能力を超えていても、分離して調節することができません。

また、他に仮設トイレがある場合でも、パトライトが点灯して使用禁止の表示が出ていにもかかわらず、使用を継続してしまう事例があります。バイオトイレの仕組み・し尿分離の重要性を、利用者が理解できるよう伝える方法を検討していくことが今後の課題です。

現在、縞枯山荘で使用している便器はスウェーデンから輸入したし尿分離型の便器です。

この便器には、大と小の二つの穴があります。手前にある小の穴にトイレットペーパーや大便が詰まると、分離ができない状態になってしまいます。奥まで深く腰掛けて排便し、トイレットペーパーは大の穴に確実に落とすことが必要です。



スウェーデン製セパレート便器



使用時の状態

弊社開発のセパレート便器は、トラブルなく確実にし尿分離できるよう、使用時にトイレットペーパーが詰まらない形になっています。



大央製セパレート便器



使用時の状態

最後に、山岳で快適なトイレが使用できるのは、それなりの投資をして設備されているからです。昨今は有料のトイレが増えています。ランニングコストを補充するためにも、利用したら決められた使用料を支払うのがマナーです。

4. 尿内有価物分離装置

栄養素（有価物）を多く含む尿の処理について画期的な装置が開発されました。この度、独立行政法人科学技術振興機構より「尿内有価物分離装置」にかかる実施権が弊社に許諾され、実用化に向けて準備が進められています。この装置は、独立行政法人科学技術振興機構の戦略的創造研究推進事業の研究成果であり、京都大学名誉教授松井三郎先生はじめ京都大学教授陣らにより開発され、特許を取得しています。（特許 第4025244）

機能としては、し尿分離型便器を使用したトイレで、最初から尿を分離回収することにより、病原性微生物による汚染問題を回避し、有価物の大部分を含む尿からリンや窒素を効率よく連続的に分離回収することができます。残りの水分は安全な水として処理できるようになります。