

進化するバイオトイレ

今村 とし子（大中央電設工業(株) 営業部）

1. バイオトイレとは

1) 原理

バイオトイレ＝バイオの力でし尿を発酵分解して処理するトイレとなれば、方式は様々考えられます。バクテリアの種類、菌床の種類も一つではありません。しかし、し尿の発酵分解を促進し、悪臭の発生を防いでメンテナンスに負担をかけない方法は、原理的にはほぼ決まっています。

人間の腸の中には嫌気性のバクテリアが生息し、発酵分解により消化吸収を助けています。その結果、分解されずに排出されるのが大便です。それを、完全に発酵分解出来るのは自然界に広く分布する好気性バクテリアです。

2) 処理能力

処理槽の中で、発酵分解出来る量には限りがあります。そのため、連続して能力以上に使用すると、分解しきれない汚泥が溜まり悪臭が発生して、菌床の交換をせざるをえない状態になります。年に何回かと言っても、それは人力で行うしかなく、大変な負担であり、べたべたした状態でのコンポスト使用は、環境衛生上問題になります。

また、災害時・イベント等で1日の使用限度を超えた使用を続けると、溜の状態になり汲み取りが必要となります。これではバイオトイレとは言えません。

3) 解決方法

有力な解決方法としては、油成分まで分解できる好気性バクテリアを菌床に初期投入して、完全にし尿・トイレットペーパーの発酵分解ができれば、悪臭が発生せず菌床の交換も必要なくなります。

さらに、発酵分解を促進する環境を整えることにより、性能がアップされます。バクテリアの発酵分解には、**水分・酸素・温度**のバランスが重要になります。温度は自動調節、酸素は処理槽中心のスクリーを回転させることで全体に含ませます。トイレットペーパー使用後に、スイッチを押しての回転とタイマー設定で一定時間に1回は回転させます。最もネックになるのは、水分の調節です。好気性バクテリアは水分が過剰な状態では分解力が低下するため、一定量を超えた水分は処理槽に流れないように、分離する必要があります。水分量が減少したところで処理槽に戻して蒸発させれば、設備内で完全にし尿処理することができます。菌床をコンポストとして使用するにも安全な状態になっています。もちろん、菌床を交換する必要はなく、定期的な点検のみで使用できます。ただし、尿の使用量が著しく多い場合は処理槽での蒸発が間に合わず、尿タンクに貯まる量が増加します。

4) 産学の共同研究開発

現在、産学の共同研究開発により、尿を安全な水にして大地に戻す研究が進んでいます。(特許出願中) 近い将来実用化されれば、一般住宅・公衆トイレ・災害時トイレ・山岳トイレ等に、大きな革命をもたらす可能性が大きいと予想されます。

5) エコロジカルサニテーション

海外ではかなり以前からし尿を分離し、大便は殺菌処理して土壌改良材に、尿は水で薄めて優良な液肥として使用しています。し尿を分離するには、専用のセパレート便器が必要になってきます。下水処理の発達している日本では耳慣れない言葉ですが、し尿に含まれている、植物が必要とする栄養分を土に戻して活用するという、自然循環の基本となる考え方です。弊社ホームページに詳しく掲載しています。

2. 山岳トイレの納入

1) 八ヶ岳中信高原 縞枯山荘

八ヶ岳連峰の横岳と縞枯山の間にある縞枯山荘は、標高2,200mmにあり通年営業しています。近くには日本ピラタスロープウェイの終着駅があり、麓の発着駅から標高差450m近くを一気に登ることができます。

この付近一帯に縞枯現象という独特の縞模様が見られます。「縞枯れ」は、等高線に沿って帯状に樹木(多くの場合シラビソなどの針葉樹)が枯死する現象です。特に秋の紅葉は緑(針葉樹)・赤(広葉樹)・薄グレー(枯れた樹木)の縞模様が一段と美しく見えます。冬はテレマークスキーに訪れる人も多く、一年を通して宿泊、休憩できる山小屋です。

平成18年11月に、バイオR-21-L型×4台・JSS(重量センサーシステム)ーSBS(し尿分離システム)×4組・尿タンク500L×2台を納入しました。電源は近くのロープウェイの駅より、ケーブルで埋設(約900m)しました。翌12月中旬より、使用を開始して1年が経ちました。



右側茶色の建物がトイレ棟



ピット内のバイオR-21

進化するバイオトイレ「バイオR-21」は好気性バクテリア（信州大学農学部との産学共同開発）を処理槽の菌床（そば殻）に初期投入することにより、油成分まで発酵分解可能になりました。もちろん菌床の交換は必要ありません。また、JSS（重量センサーシステム）とSBS（し尿分離システム）の併用により（特許出願）、使用量が急激に増加しても自動で尿タンクに切り替えることで、使用を継続できます。

JSS（重量センサーシステム）は、処理槽の下部4点に取付けたロードセルが重さを感知して指示計に表示します。指示計には、様々な数値を設定することができます。感知した重さで使用量を計算し、処理能力を超える前にパトライトが点灯して使用制限を知らせるのがJSSの目的です。一定の数値を設定しておく、自動でパトライトが知らせます。

また、SBS（し尿分離システム）は、セパレート便器と小便器を使用して、し尿を分離します。JSSとの併用により、一定の数値（処理槽で処理可能な分量）までは分離された尿は処理槽に戻されます。設定値を超えると、電動三方弁が回転し、尿は専用の尿タンクに流れます。使用量が減少して設定値以下になると再び電動三方弁が回転して、尿はまた処理槽に流れるようになります。尿タンクに貯まった尿は、使用回数が少ないときに処理槽に戻して蒸発させます。また、ロープウェイやリフト等で下ろす手段のある場合は、エコロジカルサニテーションの思想に基づき、優良な液肥として使用します。



セパレート便器

ピット内の配管



大央製セパレート便器

2) 実測データ

山小屋と使用するお客様にご協力いただき、1年間の使用データを取りました。以下が平成19年の集計数値です。実際の使用量はこの数値以上になっていると予想されます。弊社ホームページの、山岳納入例の中に詳しいデータが掲載されています。

URL <http://www.daio.bio.co.jp> です。ご覧ください。

季節や曜日により利用が集中する時期もありましたが、発酵分解は順調に進み年間を通して快適に使用されています。

下記のデータは、一人一回の排泄物を約250gと想定して作成しました。

全て「バイオR-21」4台分の合計です。

①使用総回数	1月	大便	285回	小便	1561回	生ゴミ	5.4kg
	2月	大便	278回	小便	1480回	生ゴミ	6.1kg
	3月	大便	369回	小便	1581回	生ゴミ	3.9kg
	4月	大便	224回	小便	655回	生ゴミ	1.9kg
	5月	大便	221回	小便	1032回	生ゴミ	4.2kg
	6月	大便	288回	小便	929回	生ゴミ	4.4kg
	7月	大便	296回	小便	981回	生ゴミ	2.0kg
	8月	大便	1062回	小便	4049回	生ゴミ	11.6kg
	9月	大便	639回	小便	2406回	生ゴミ	6.0kg
	10月	大便	306回	小便	1267回	生ゴミ	4.8kg
	11月	大便	325回	小便	923回	生ゴミ	2.0kg
	12月	大便	266回	小便	1009回	生ゴミ	1.0kg

②月別電気代	バイオR-21	排気ファン	凍結防止帯	合計
1月	8580円	1320円	580円	11,060円
2月	10290円	1320円	580円	12,190円
3月	13290円	1320円	580円	15,190円
4月	13590円	1320円		14,910円
5月	13170円	1320円		14,490円
6月	13320円	1320円		14,640円
7月	12540円	1320円		13,860円
8月	13140円	1320円		14,460円
9月	11940円	1320円		13,260円
10月	12660円	1320円		13,980円
11月	12810円	1320円		14,130円
12月	12690円	1320円		14,010円
	年間電気代			166,180円

1台当たり年間電気代 41,545円 1台当たり月間電気代 3,462円

③月別平均気温 午前8:00の気温です。最低気温は-25℃以下になります。

1月	-8.1℃	2月	-7.1℃	3月	-5.6℃
4月	-1.8℃	5月	4.8℃	6月	9.8℃
7月	12.1℃	8月	12.3℃	9月	12.6℃
10月	5.4℃	11月	-2.2℃	12月	-7.4℃

3) 設置留意点

山小屋トイレとして計画する場合の留意点としては、現状の使用回数をできる限り正確に把握することが最も重要です。それができていても、新しいトイレが設置されると間違いなく現状を上回る使用量になります。処理槽の中で処理できる量は限られています。

JSS・SBSを併用しても、大量に使用し続ければ処理しきれない状態になってしまいます。設備の中だけでし尿が処理できれば、自然環境にとって最も適した方法と言えますが、初期の予想を甘く立てると、取り返しのつかない事態になります。山小屋のトイレは一度設置工事してしまうと、簡単には改修・増設工事できない場所がほとんどです。

また、厳しい気象条件下で安定した動力エネルギーを供給できる仕組みを備えておくことも重要です。建設費用が少々増加しても、初期の計画段階で供給エネルギー・処理能力に余裕を持たせておくことが、長期的に見て無駄な費用をかけない最良の方法といえます。

もう一つは、利用する側のマナーの向上です。個人や団体の楽しみとして山に登るわけですから、自然環境に負担をかけないために、自分の排泄物を処理することは当然の義務です。それを、トイレという形で大きな費用をかけて処理してもらうのですから、有料で使用してそれなりの負担をすることが当然のマナーと考えます。

4. 故障・メンテナンス

1) 故障事項の説明（メーカーでないと対応出来ない）

- ① 落雷障害によるオプション機器、コントローラー等の交換及び試運転・立上げ
- ② 発酵槽内部スクリュウ断裂、内面変形（内部に、固く・大きい物の混入の際、取り出さず、そのままの状態ですば長い時間運転した場合の故障）
- ③ 機器等の水没の際の対処（使用可能状態の確認）

2) 長期的（10年～15年）で部品交換等メンテナンスが必要なものの項目

部品交換が必要なもの

- ① トップファン（3年～5年）
- ② 発酵槽用モーター（10年～15年）
- ③ バクテリア（5年～10年 内部状態による）
- ④ ロードセル（10年～15年）オプション
- ⑤ 電動三方弁（10年～15年）オプション
- ⑥ パトライト（10年～15年）オプション
- ⑦ 小便系統の配管替え（15年 清掃状況により変わる）

メンテナンス

年間を通し最低1回のメーカー保守点検

（発酵槽内部状態・バクテリア状況・各機器の電気系統及び起動確認他）

冬期閉鎖の場合は使用開始時・中間・閉鎖時の年3回が理想