

# 山岳トイレ技術の概略と導入事例

加藤 篤 (日本トイレ協会)

## 1. はじめに

1998年に第1回の全国山岳トイレシンポジウムを山梨県との共催で実施して以来、計5回の山岳トイレシンポジウムを開催してきた。各回で取り上げたテーマを表1に示す。

最初のシンポジウムでは、山岳トイレ技術の現状、登山者行動、トイレ・し尿処理に係る費用負担をテーマに、山岳トイレ実態把握と情報共有を目的に議論を繰り広げた。それを受け、第2回では、山小屋、山岳団体、自治体、国から、山のトイレの改善事例を報告してもらい、それに専門家や研究者がコメントするという方式をとることで、トイレ改善方法を学び、課題を整理した。第3回は新しく導入された山岳トイレ技術の効果や登山者の具体的取り組みについて議論し、トイレ対策から山の環境保全のあり方を考えるなど、総合的な山岳トイレ整備に向けての頭だしを行った。第4回は、総合的な山岳トイレ整備へのアプローチとして、山岳トイレ改善のための選択手法、21世紀型登山のルールづくり、という2つの具体的テーマを設けて検討した。そして第5回では、山岳トイレの技術評価や維持管理について、法的位置付けや費用負担のあり方も含めて議論した。

一方で環境省においては、民間事業者を中心とする営業山小屋に対して整備費の半額を補助する制度を1999年に創設し、2005年までに75箇所に応用した。この補助事業は現在も継続している。また、2003年からは、環境省が実施している環境技術実証モデル事業に山岳トイレ技術分野が取り上げられ、第三者による技術実証が行われている。

以上のように、山岳トイレは、これまでに様々な取り組みや議論がされているが、本稿では、その中でも技術に絞込み、その概略と導入事例について整理する。

表1 山岳トイレ改善に向けた取り組み

	実施時期	実施自治体	テーマ
第1回	1998年06月	山梨県	美しい山をいつまでも ～環境に配慮したトイレ・し尿処理に向けて～
第2回	2000年03月	東京都	山のトイレ改善事例に学ぶ
第3回	2001年05月	松本市	日本アルプス山麓から山のトイレを展望する
第4回	2002年09月	富山県	自然との共生をめざして ～21世紀型登山とトイレ整備～
第5回	2003年11月	静岡県・山梨県・ 富士宮市	今、何をやるべきか ～技術評価と維持管理～
参考	1999年	山岳環境浄化・安全対策事業費補助事業 開始	
	2003年	環境技術実証モデル事業（山岳トイレ技術分野）開始	

## 2. 山岳トイレ技術の概略

山岳トイレ技術を広義に捉えると、し尿を便槽に貯留してヘリコプター等で山麓に搬出する方法や、携帯トイレを用いて適切な場所まで個人で運び下ろす方法なども含むが、ここではし尿をその場で技術的に処理し、かつ処理水等を放流しないタイプを対象とする。環境技術実証モデル事業の山岳トイレ技術分野においても同様の技術が対象とされている。

この非放流タイプの山岳トイレ技術は、トイレと処理装置が一体型もしくは隣接する構造をなしているため、便器から排出されたし尿をその場で処理することができる。また、し尿処理水を原則として公共水域などに放流・排水しない技術であることから、浄化槽ではなく、現状では建築基準法第31条、施行令第29条に規定されている「くみ取り便所」（表2）としての扱いになる。

山岳トイレ技術には、生物的処理、化学的処理、物理的処理、およびそれらの併用処理があり、シンプルなものから高度で複雑なものまで複数ある。処理方式ごとに大まかに分類したものを表3に示す。なお、併用処理の場合は、併用する処理法の中で、もっとも特徴的な処理方法をもとに分類することとし、その他の項はこれらに該当しない処理方式を指す。また、し尿処理フローの例を図1に示す。

表2 対象技術に関する法

<p>■建築基準法 第31条</p>	<p>(便所) 下水道法（昭和33年法律第79号）第2条第8号に規定する処理区域内においては、便所は、水洗便所（汚水管が下水道法第2条第3号に規定する公共下水道に連結されたものに限る。）以外の便所としてはならない。 2 便所から排出する汚物を下水道法第2条第6号に規定する終末処理場を有する公共下水道以外に放流しようとする場合においては、尿尿浄化槽（その構造が汚物処理性能（当該汚物を衛生上支障がないように処理するために任用浄化槽に必要とされる性能をいう。）に関して政令で定める技術的基準に適合するもので、国土交通大臣が定めた構造方法を用いるもの又は国土交通大臣の認定を受けたものに限る。）を設けなければならない。</p>
<p>■建築基準法施行令 第28条</p>	<p>(便所の採光および換気) 便所には、採光及び換気のため直接外気に接する窓を設けなければならない。ただし、水洗便所で、これに代わる設備をした場合においては、この限りでない。</p>
<p>第29条</p>	<p>(くみ取り便所の構造) くみ取り便所の構造は、次に掲げる基準に適合するものとして、国土交通大臣が定めた構造方法を用いるもの又は国土交通大臣の認定を受けたものとしなければならない。 1 尿尿に接する部分から漏水しないものであること。 2 尿尿の臭気（便器その他構造上やむを得ないものから漏れるものを除く。）が、建築物の他の部分（便所の床下を除く。）又は屋外に漏れないものであること。 3 便槽に、雨水、土砂等が流入しないものであること。</p>
<p>第34条</p>	<p>くみ取り便所の便槽は、井戸から5メートル以上離して設けなければならない。ただし、地盤面下の3メートル以上埋設した閉鎖式井戸で、その導水管が外管を有せず、かつ、不浸透質で造られている場合又はその導水管が内径25センチメートル以下の外管を有し、かつ、導水管及び外管が共に不浸透質で造られている場合においては、1.8メートル以上とすることができる。</p>

表3 山岳トイレに用いられるし尿処理技術の分類

No	処理方式	処理方法
1	生物処理	微生物を用いて生物学的に処理する方法
2	物理化学処理	物理化学的に処理する方法
3	土壌処理	土壌に埋設した散水管を通して土壌で処理する方法
4	乾燥・焼却処理	乾燥・焼却により、し尿の水分を除去し、粉末化する方法
5	コンポスト処理	杉チップやオガクズ等と混合・攪拌し、処理する方法
6	その他	No1～5 に該当しない処理方式

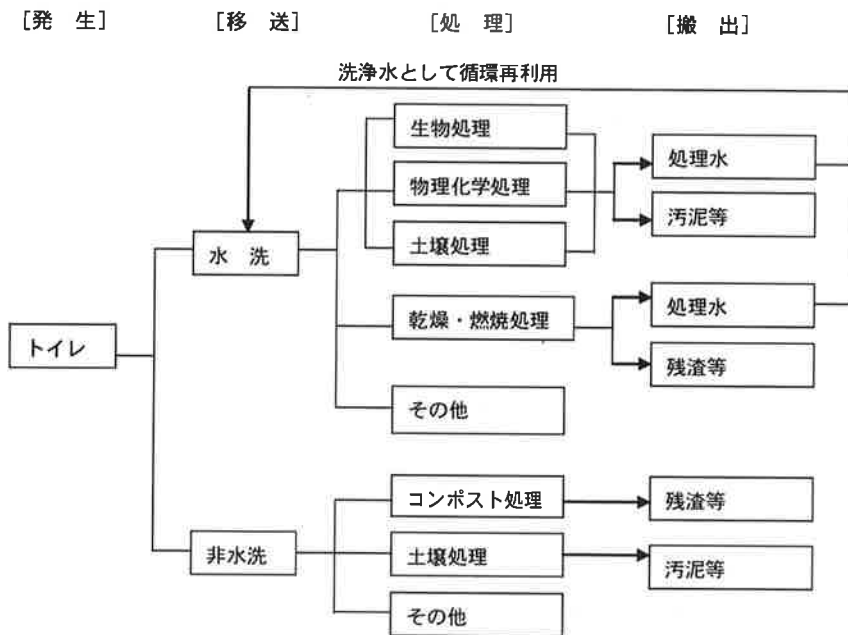


図1 山岳トイレし尿処理のフロー例

本技術には、トイレの洗浄方式は水洗と非水洗の両タイプがあり、水洗の中にも超節水や簡易水洗、普通水洗、洗浄水循環再利用方式がある。し尿処理後に発生するものは、処理水、汚泥、木質系の残渣や乾燥残渣など様々である。

### 3. 山岳トイレ技術の実証試験結果

環境技術実証モデル事業では、山岳トイレし尿処理技術実証試験要領にもとづいて試験を実施している。実証試験要領では、実証する上での視点として、①稼動条件・状況、②維持管理性能、③室内環境、④周辺環境影響、⑤処理性能の5つの視点が設けられている。本試験の詳細は、環境技術実証モデル事業のホームページ (<http://etv-j.eic.or.jp/>) を参照頂きたい。本事業における実証機関とは、中立的立場で試験を実施する機関を指し、実証申請者とは技術開発者や販売者等のことを指す。平成15年度は富山県、平成16年度は神奈川県、長野県、静岡県、NPO法人山のECHOが実証機関に選定され、実証試験が行われた。表3に、実証技術一覧を示す。また、本稿では、富山県が実施した土壌処理方式およ

びコンポスト処理方式の試験結果概要を整理する。

表3 実証技術一覧

No	実証機関	実証場所	処理方式	実証申請者
1	富山県	立山・一ノ越	土壌処理	(株)リンフォース
2	富山県	立山・大汝山	コンポスト処理	(株)タカハシキカン
3	神奈川県	丹沢・鍋割山	土壌処理	(株)リンフォース
4	長野県	上高地	土壌処理	第一公害プラント(株)
5	静岡県	富士山・五合目	生物処理	(有)山城器材
6	NPO 法人 山のECHO	日光・中禅寺湖	物理化学処理	(株)オリエント・エコロジー

(1) 土壌処理方式の特徴および試験結果概要

1) 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、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。具体的には、便槽兼消化槽に酵素剤を添加し固形物を液化させ、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。なお、土壌処理槽は遮水シートで囲み、地下水への浸透を防ぐ構造となっている。

土壌処理水は、土壌槽の底部にある地下貯水槽に貯留し、1回あたりの洗浄水量が250ccの簡易水洗便器を用いて再利用する。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。

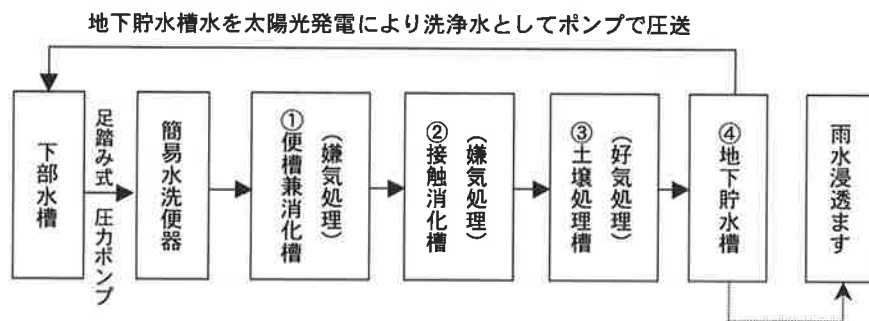


図2 し尿処理フロー図



## 2) 試験結果の概要

本装置の処理能力は、平常時 1,000 人回/日、利用集中時 1,500 人回/日で、試験期間中に 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と報告されている。また、夏休みシーズンに大きなピークと、秋に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。

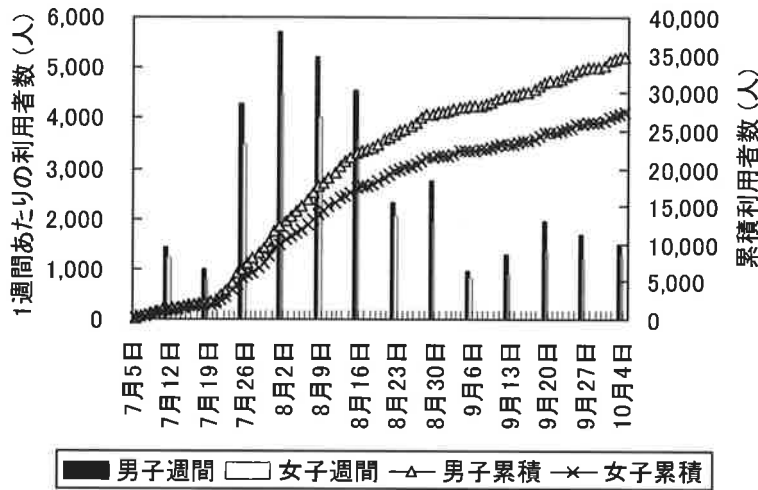


図3 利用者数の推移

利用者アンケートの結果では、においや洗浄水の色、にごりに関して、約7割以上が許容範囲と回答している。また、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ことが確認されている。

本装置は、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ものの、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、一定の快適性を確保したトイレ整備が可能であると考えられる。ただし、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。また、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マニュアルを充実させることで、専門管理頻度を最小限にすることが可能になり、効率的な管理ができると考えられると指摘されている。

## (2) コンポスト処理方式の特徴および試験結果概要

### 1) 装置の特徴

本装置は、便槽にオガクズが入っており、し尿と混合・攪拌することで、し尿中の汚濁物質を多孔質で空隙率の高いオガクズの空隙に蓄積させ、強制的に攪拌や送気、加温を行うことにより好気性微生物による分解作用（好気性発酵）を期待するものである。

し尿中の水分の偏在防止、水分過多による混練防止が図れる攪拌機能が重要であり、この混合・攪拌装置の構造や機能が効率あるいは管理性に大きく影響する。エネルギー要求については、混合・攪拌装置の動力が必要であり、水分調整、温度調整のための加温を行

う場合にはさらにそれらの熱源が必要となる。

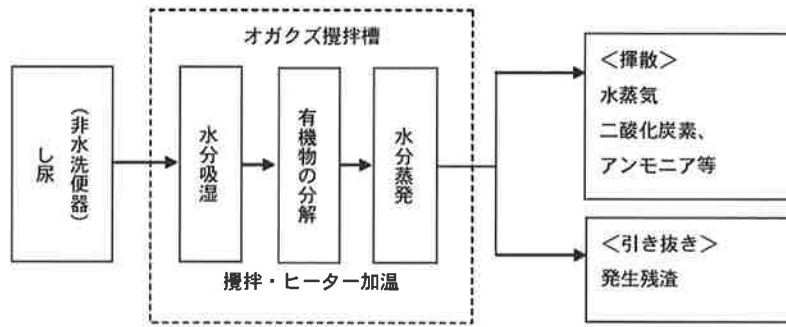


図4 し尿処理フロー図



## 2) 試験結果の概要

集中時の平均利用者数は、73 人回/日、最高利用者は 136 人回/日で、設計値（集中時）の 100 人回/日に比較的に近い負荷条件であったことが確認されている。また、トイレを使用開始した直後には、利用者数が設計処理能力の 100 人回を超えたことから、使用を一時制限し、この時点におけるオガクズの水分は多めの状態であったことも確認されている。一方、平常時の利用者数は平均 27 人/日であり、設計値（平常時）の 80 人回/日より低いことから、大きなトラブルはなく順調に稼動したことが報告された。

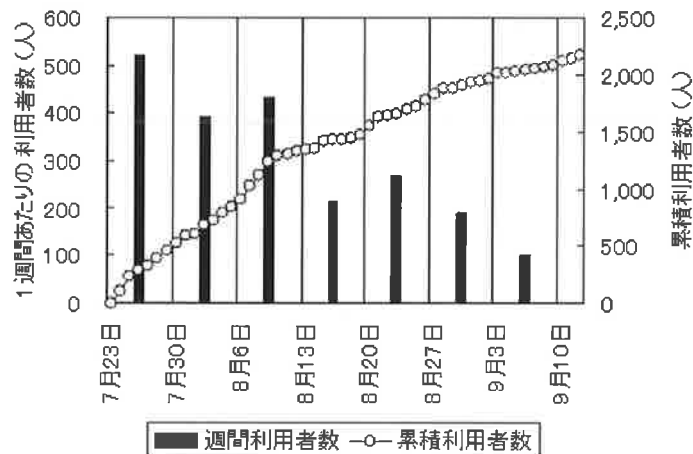


図5 利用者数の推移

本装置は水を必要としないため、山岳地の中でも水の確保が困難な地域にとっては有効な技術の一つと考えられる。ただし、オガクズ槽の保温ヒーターが消費する電力量は多く、寒冷地であるほどその量は多くなることから、処理能力を設定する際には、水分負荷を軽減する仕組みを検討し、過大な設備にならないよう留意することが求められる。使用済みのオガクズは適宜引き抜き、山麓に輸送して処分すれば問題ないが、塩が蓄積していることが想定されるため、土壌改良材等としての利用には注意が必要であると指摘されている。

また、利用者アンケートの結果では、トイレブース内のおいに関して9割近くの人が許容範囲と回答したことから一定の快適さを確保できていたことが確認されているが、一方で便槽から強制排気されるアンモニアガス濃度が比較的高いことも指摘されている。

換気ファンは、オガクズで詰まりやすいため、防止対策と維持管理が容易に行える構造とすることが必要であり、攪拌槽に異物が入ってしまった場合は、一時的にオガクズを槽外に取り出すことが想定されるため、それを保管する場所や作業上の衛生的配慮の必要性が指摘されている。維持管理マニュアルについては、細かい状況に応じた対応策や判断基準、具体的な管理内容を掲載することで、現場での管理がスムーズに実施できるようになることが望まれている。

#### 4. 今後の課題

環境技術実証モデル事業による実証試験によって、第三者が提供するデータや装置に関するコメントを得ることができることは、山岳トイレ設置者やメーカー等にとって非常に有益であると考えられる。一方で、実証試験はデータの提供であって評価ではないため、現状では、データを読み込んで自分なりに判断することが求められる。そのため、トイレ整備を検討する行政や山小屋関係者にとっては、実証データのみでは十分活用しきれないことが危惧される。この試験結果をより有効に活用していくには、データが持つ意味を分かりやすく説明すると同時に、さらに一步踏み込んで評価を行っていくことが求められる。

本実証試験に多くの自治体、研究者、企業が参画することで、客観データが蓄積され、山岳トイレ技術が、より完成度の高い技術として確立することを期待したい。また、山岳地だけでなく、本技術が山麓、湖沼、離島、海岸、河川などの自然エリアを中心に幅広く普及するよう、当協会としても積極的に活動していきたいと思う。

#### 参考文献

- 1) 環境技術実証モデル事業 山岳トイレ技術分野 平成16年度実証試験結果報告書の概要 (2005)
- 2) 加藤 篤, 山岳トイレ技術分野の概略と期待, 季刊 環境研究No139, 87~96 (2005)
- 3) 環境技術実証モデル事業 山岳トイレ技術分野における実証試験結果等説明会資料 (2006)