

「山岳トイレのし尿処理方法」今、何故バイオトイレなのか？

橘井敏弘（正和電工㈱ 代表取締役）

1. はじめに

し尿の処理方法に関して、我々人類の文化は「水洗方式」が主流である。

日本人も中国人も欧米人も「水洗便所か否か？」は別として「し尿は水で薄めて流して処理している」のが現実である。流された「し尿」は汚水(下水)として下水処理施設で処理された後に川や湖沼に放流されているが、下水処理場でも処理しきれない物質（無機成分）が湖沼や海の生態系に悪影響を及ぼしている。また、水洗方式は、便利さ・清潔さを優先して、し尿中に含まれている無機成分「窒素」、「リン酸」、「カリウム」という農業に必要な栄養成分を利用せず捨てていることになる。

「水洗方式」は、「きれいな水」を「し尿を運ぶ運搬手段」として利用している。

現在、日本の中だけに限らず、世界を見渡すと「水」を「飲み水」としてだけ求めても満足に得ることが出来ない地域が多いことに驚かされる。「飲み水」さえも十分に確保出来ない地域、パイプ（下水管）の敷設が困難な地形や地域には、「大量の水に依存する汚水(下水)処理設備」は現実的ではない。し尿の処理方法として「使い捨ての水利用」は「環境に対して愚かな事」であり、時代に逆行するものといえる。また、日本国内でも都市部や水洗化された地域では、災害時には、断水の為「水洗方式の水洗便所は使えず」住環境を劣悪にする恐れが発生する。都市災害の「最大の課題はトイレ問題」と言われている。

「水洗便所の普及率は文明のバロメーター」と言われて久しいが、「ウォッシュからドライへ」、「集中から分散へ」と逆転の発想を提言している学者や研究者も現れ始めた。ここで、日本の山岳地域など「水」の無いところも「し尿を処理する方式」の「バイオトイレ」を紹介する。

2. バイオトイレとは？

1) バイオトイレとは微生物を使うトイレの総称であるが、通称でもある

最近特に、し尿を処理する方法として「バイオトイレ」が注目を集めている。しかし、バイオトイレには「微生物の力でし尿を処理するトイレ」の事の意味を託しているので、現行の水洗トイレシステムも、合併浄化槽トイレも水循環型充填材式トイレもチップ充填活用型トイレも、全てが微生物の力でし尿を処理しているという点に着目すれば、全てが「バイオトイレ」の範疇に入る。しかし、山岳トイレなどの分野では、充填材におがくずや杉チップやそば殻等を使った微生物利用の乾式攪拌方式のし尿処理装置を「バイオトイレ」と通称している。

2) バイオトイレ Bio-Lux（バイオラックスは商標）とは？

ここで紹介するバイオトイレ Bio-Lux（バイオラックス）は「普通のオガクズを用いた

乾式し尿処理装置」で、オガクズが持っている固有の特質（多孔質、粒形、高空隙率、高水分保持能力、高水分蒸発能力、高耐摩耗性、高抗バクテリア性、低比重、生分解性等）を利用し、悪臭を発生させず「し尿を大幅に減容量化する機械装置」の呼称・商品名である。

3) バイオトイレ Bio-Lux（バイオラックス）の処理機能、装置の概要

①蒸発と分解

し尿を処理する原理は、二つある。一つは、水分蒸発による減容量化である。し尿成分の90%~98%は水分である事に着目すると、水分を蒸発させるだけで、し尿量は大幅に減容量する事が出来る。二つ目は、し尿に含まれる固形分の有機物、汚濁物質（10%~2%）をオガクズ中の微生物によって炭酸ガスと水に分解する。最終的に残る微量の残渣物（フミン質と無機成分）はオガクズの空隙に付着して残っている。

機械装置内では、処理槽に投下された「トイレットペーパーやし尿」は「蒸発と分解」で消滅した状態になり、僅かに残った残渣物（窒素、リン酸、カリウム）が「オガクズの空隙に詰まった時」が「オガクズの交換時期」となる。ただし、処理能力以上のし尿が投入され、オガクズが水分で(びしょ)濡れてしまった場合も、「オガクズの交換時期」となってしまうので「設置する機種と台数」は「利用する人数」の想定内である事が必要である。

②バイオトイレ Bio-Lux はオガクズ入りの処理槽をヒーターで加温している。

Bio-Lux（バイオラックス）にはオガクズを加温する為にヒーターを装着している。処理槽をヒーターで加温する理由は二つある。一つ目は、オガクズをヒーターで温め「水分蒸発を促進させる為」である。二つ目は、ヒーター熱と微生物の反応熱とで「大腸菌群を死滅させる為」である。

小便には大腸菌は含まれていないが「大便は大腸菌群の固まり」である。大腸菌群は「50度以上の環境では、4時間以上生息出来ない」事が学術的に明らかになっており、処理槽内の下半分をヒーターで55度に加温している為、適正な運転をされている処理槽から取り出したオガクズには大腸菌群は検出されていない。（食品衛生法指定検査機関、財団法人北海道薬剤師会公衆衛生検査センターにて、平成15年8月22日、第7939号）

このようにバイオトイレ Bio-Lux（バイオラックス）には、必要な処理能力を発揮する為、ヒーターエネルギーを供給する電源（山岳環境では、ソーラー発電や発電機等）が必要である。

③使用済みオガクズの有効利用

オガクズ交換の目安は1年に2回~3回程度である。取り出した使用後のオガクズには、「し尿の肥料分がタップリと付着」しているので、堆肥化処置をした後には良好な有機肥料とすることが出来る。また、土壌改良剤として活用する事もできる。

本装置は厄介な廃棄物である「し尿とオガクズ」を組み合わせる事で汚濁物質分解や水質向上、循環型社会の構築や循環型農業にも貢献できる。ゆえに、本装置は「自然環境にやさしい」トイレ装置と言える。

写真 1. バイオトイレ本体(Bio-Lux)業務用の S-75 型 (使用目安 120~150 回)

S-100 型 (使用目安 160~200 回)

(業務用)

S-75



S-100



3. 日本一の旭山動物園は水洗便所が無い？

これまで、来園者数が日本一の旭山動物園も下水道処理区域外にある為、水洗便所は設置されていなかった。しかし、旭山動物園来園者数は水洗トイレ問題に関係なく、人気は上昇し、来園者数は増え続けてきた。旭山動物園の「トイレ問題を陰で支え」続けてきたのは、33 台のバイオトイレ Bio-Lux が存在していたからである。

旭山動物園の正面玄関を入った右側のトイレをバイオトイレに入れ替えしたのは 7 年前である。それまでは、ネポン方式 (し尿を流し溜める方式) のトイレを設置していたが「ゴールデンウィーク中」の「トイレは処理能力」を超え「パトカー先導でバキュームカー」が駆けつける事態もあった。

人口 36 万人の旭川市にある旭山動物園に訪れた約 300 万人の観光客は、動物園内のトイレを使用しても「トイレ処理水」を外部の環境に放流していない。しかし、来園者のバイオトイレを評する声は「変なトイレ」、「変だけど臭いがしない」、「子供が嫌がる」、「使い勝手が悪い」、「トイレは水洗でないとイヤだ」、「中のオガクズがウンコに見える」等の不評の声や、「水を使わないので環境にやさしい」、「自宅でも使いたい」、「バイオトイレを始めて見た」など等の意見もあり「トイレ問題を考える効果」は大であった。

しかし、旭山動物園の来園者数が年間 300 万人を超え、日本一の動物園になった事を考慮した旭川市は動物園地域の「一部を下水道処理区域に指定」し、平成 20 年 4 月の開園迄に水洗トイレが 1 箇所だけ完備された。したがって平成 20 年度からは、「日本一の旭山動物園に水洗トイレが無い」と言うオンリーワンの旗 (環境の旗) を降ろした事になる。筆者は、大変残念に思っている。

写真 2.動物園の実例、仮設型（ログハウス風、サイディング仕様）



■動物園内 ある日の風景 (05.5)



■動物園内 ある日の風景 (05.5)

4. 大雪山黒岳に設置されたバイオトイレの処理能力は適正だったのか？

バイオトイレ Bio-Lux を山岳トイレとして採用する場合には留意する事項がある。設置する機種と台数を誤るとバイオトイレの機能を発揮する事が出来なくなる。

①トイレを使用する人数を想定し「機種と台数」を決める事

使用するバイオトイレの機種と台数を「間違えると不具合が発生」し、メンテナンスが大変になる。想定を超えた使用は「オガクズ交換の作業」を大幅に増やす事になり「不評」を買う事になる。ゆえに、設置場所の事前調査が適切に実行される事が必要である。

②大雪山黒岳に設置したバイオトイレは Max で 1 日 (100) 200 回 (目安(20~25)最大 50 回を 4 台) である。

上川支庁は昨年第 9 回の資料集 101P にも記載しているように、最大 50 回/1 台・日×4 台=最大 200 回/日・4 台の設備だと公表しているが間違いである。(メーカーカタログ参照)

具体的な事例として述べてみる。大雪山黒岳（石室・避難小屋）の場合、4 台のバイオトイレ（AS-25PK 型ペタル式、処理能力 20 回~25 回）が設置され、当初想定した使用人数は(80 人~100)最大 100 人であった。しかし、実際に使用した回数は、H19 年度では 1 日平均 100 人、最大 740 人/日であった。大雪山黒岳のバイオトイレ設置計画は 4,700 万円の予算計上で 1 台 168 万円の機種 4 台（合計 672 万円）が採用されたが、想定した使用人数に大幅な誤算があった。使用人数の誤算は何故発生したのか？理由は簡単で、旧来あった「臭いトイレの利用人数を調査」した結果の実績数をベースとしたからであった。登山者の意見は「臭いトイレで用は足さない」、「きれいなトイレになったので利用した」との事である。ゆえに、山岳トイレのトイレ利用者数を想定する場合、入山者数を想定し、バイオトイレの機種と台数を検討すべきと考える。入山者は必ずトイレが必要なのである。

大雪山黒岳のバイオトイレ設置現場では、電源確保の為に設置した風力発電装置のプロペラ破損や発電機の不具合、ソーラーパネルの発電量不足やバッテリーの容量不足等の不具合が重なり、バイオトイレのヒーター加温が出来ず、排気ファンへの通電にも支障があり、期待したバイオトイレの処理効果が得られていない現実がある。

③富士山バイオトイレの状況はおおむね好評である

富士山でも試行錯誤はあった。当初、バイオトイレ設置計画では正和電工製 S-50F 型(処

理能力 80 回～100 回) を内蔵した仮設トイレ (SKM-50F 型) を試験採用し「富士山須走口新 5 合目の小山町第 2 公共駐車場内の入り口付近」に設置した。

計画したのは静岡県環境部で富士山の環境保全を図ることを目的に県環境部が平成 12 年夏、正和電工製のバイオトイレを含め 3 種類の新型トイレ利用実験を行い、平成 13 年 3 月、その実験結果を公表した。

その内容は「オガクズを使用したバイオトイレの性能が最も良く、かつ利用者の使用頻度が高かった」と発表した (産経新聞 2001.03.20)。

静岡県が実験に使った 3 種類の新型トイレは、①オガクズ式バイオトイレ、②バブルジェット式バイオトイレ、③スギチップ式バイオトイレの 3 台で、平成 12 年 7 月 14 日から 8 月 30 日の間、トイレ利用者が自由にトイレを選択できるように 3 台並べて設置し、それぞれの扉部分には新型トイレの特徴を書いた紙を貼り付けた。

実験の結果、3 台の性能や利用人数を比較するとオガクズ式バイオトイレが最も実用に適していると発表、実験を担当したのは静岡県が独自に依頼した専門機関で、メーカーである正和電工は実験に立ち会っていない。(バイオトイレ Bio-Lux の設置に協力したのは地元の正和電工代理店である)

現在、富士山には多くのバイオトイレが設置されているが「オガクズ式バイオトイレ」や「浄化槽還かき殻式バイオトイレ」、「燃焼式」など、バイオトイレの種類も多くある。正和電工製の S-100 型 (処理能力 160～200 回) や S-75 型 (処理能力 120～150 回) の業務用は多くの場所に 2 台～4 台が設置されている。富士山のバイオトイレは多くのマスコミに取材報道されており国内外共に数多く発信されているが、バイオトイレのメーカーは多くあるので評価は定まっていない。

5. 大雪山黒岳バイオトイレの改善策

前述の事例のように「トイレを設置する場所の使用予測人数」を誤ると「バイオトイレの機種と台数」に誤算が生じる事になる。

大雪山黒岳のバイオトイレ問題を解決する為には、処理能力と見合う適正な機種 (S-100 型) と交換する事であるが、設置工事が完成した後では難しい。

昨年度 (H20 年 3 月) 第 9 回山トイレフォーラム資料集への寄稿で、現況のままで改善する方策の 1 つとして、「し尿の個液分離方式に変換」する事を提案した。現在でも同様に考えている。具体的には、小便器から出た小便を外部に取り出す方法がベスト策で、バイオトイレ内部の処理能力過剰分を緩和する事が可能と考える。取り出した小便の処理は S-100 型 1 台 (公示価格 258 万) を設置し、電源は発電機を用意し「現場で適正処理する事」が望ましい。H20 年度で検討実施されると期待されていたが、現在 (H21 年 1 月) まだ実現していない。H21 年度登山シーズンに間に合うように対応策が検討され、実施されることを期待して待ちたい。

写真3 大雪山に設置された無電源タイプのペダル式4台（使用目安は20～25回）



6. 大雪山黒岳バイオトイレの長期的な整備・部品交換メンテナンスを予想

「作った物（機械）は壊れる」。一般的に電機機械器具の保証期間は1年間が普通であるが、メンテナンスが適正に行われていれば機械的な寿命は延びる。

2003年9月に設置された大雪山黒岳のバイオトイレは、2008年10月現在までの5年間で機械的トラブルは「ペダル回転用のチェーン」が切れた事（2004年8月）が1回あった。今後も同様の不具合発生が想定されるが「チェーンの交換作業」は自転車のチェーン交換作業が出来る人なら容易に出来る。（予備2本を石室管理人が保管している）

バイオトイレを長期間使用し続ける為にもバイオトイレの「メーカーメンテナンス」を「2年に1回程度」受ける事が望ましい。

7. バイオトイレに対して登山者側が配慮すべきこと・関わり方

① トイレ利用協力金を必ず払って欲しい

トイレには維持管理費が必要である。主なものは「交換するオガクズと補充トイレットペーパー」、「清掃・保守メンテナンス費用」、「交換消耗機械部品費用」等がある。トイレは「造るときの費用」と「造ったものを適正に維持する費用」が必要で「トイレを使用する登山者」が「適正に維持する費用」の一部を負担して欲しい。

② バイオトイレの中に入れてはならないものがある

トイレの中に「ゴミやビニール類」、「タバコの吸い殻等」を入れてはならない。自分の「ウンコ、オシッコ」と「備え付けのトイレットペーパー」以外はトイレに投入し

てはダメ。理由は「処理出来ない」、「攪拌スクリーや駆動モーターの破損や故障の原因」になるからである。

8. おわりに

自然が豊かな場所には電気も水道もトイレも無い。近年、山のトイレ問題が全国的な話題となっているが、登山を楽しむ人口が増え続けている事もトイレ問題を大きくしている。トイレ問題に関しては平地でも大問題で、し尿を処理する為に、莫大な国家予算が下水道事業に毎年つぎ込まれ、水洗便所を維持する為の管理コストは自治体の財政を大きく圧迫している現実がある。しかし、生活環境を維持する為に、便所に使うお金は必要不可欠で、各自治体は特別会計で必要資金の調達をしている。一方、山岳トイレの問題は深刻で、トイレを整備するお金の出所がなく、登山者達がボランティアで解決しなければならない状況が続いている。山のトイレを必要とする登山者たちの多くが都会人であり、普段使っている水洗便所は「無臭できれいで清潔」なのである。(勿論、トイレの清掃がきちんと行われている自宅や職場、公衆便所の事である)しかし、普段から清掃の行き届いていない便所は水洗便所でも臭くて不衛生である。生活の為に、日々欠かさず使うトイレは「後始末」の必要性も含めて「トイレをテーマに話し合う機会」を作り「自分の出した排泄物はどのように処理されているのか?」、「理想的な処理方法は?」、「し尿処理にかかる費用は?」等、考える必要がある。特に、山のトイレは「環境にやさしいオガクズ式のバイオトイレ」を積極的に検討し設置台数を増やして欲しいと願っている。