

バイオトイレの仕組みと自然公園での活用について

橋井 敏弘 (正和電工(株) 代表取締役)

1. バイオトイレとは

1) バイオトイレとはトイレの総称である

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事」の意味を託しているため、現行の水洗トイレも合併浄化槽トイレも水循環型トイレもチップ活用型トイレも、全てが微生物の力でし尿を処理しているという点で、全てがバイオトイレの範疇に入る。バイオトイレの呼び名は微生物の力を利用するトイレの総称になっている。ただ、一般的に登山者等はオガクズや杉チップやソバ殻等を使ったコンポスト処理方式のものを（狭い意味での）バイオトイレと呼んでいる。

2) バイオトイレ Bio-Lux とは

ここで紹介するバイオトイレ Bio-Lux は「普通のオガクズを用いた乾式し尿処理装置」で、オガクズの有する固有の特質（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）を利用して、悪臭の発生なしに、し尿を大幅に減容量化する装置である。

その原理は、し尿の 90%~98%は水分である事に着目し、水分を蒸発させるだけで、し尿量は大幅に減容量する事になる。し尿に含まれる固形分（10%~2%）はオガクズ中のバクテリアによって炭酸ガスと水に分解され、残渣物（フミン質と無機成分）がオガクズの空隙に付着して残る。バイオトイレ Bio-Lux に投下されたトイレトーパーやし尿は「蒸発と分解」で消滅状態になり、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。

バイオトイレ Bio-Lux はヒーターで加温しているが、ヒーターで加温する理由は 2 つある。オガクズが水分の多いし尿で濡れる為、ヒーターでドンドン温め、水分蒸発を促進させ、オガクズを乾かし「水分過多にならない」ようにしている事。そして「大腸菌群を死滅させる事」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り、大腸菌は 50 度C以上の環境で 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、バイオトイレ Bio-Lux 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。

オガクズ交換の目安は 1 年に 2 回~3 回程度（バイオトイレの処理能力と使用回数が適正の場合）が適正であり、バイオトイレから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ため、良好な有機肥料、土壌改良剤として活用できる。

バイオトイレ Bio-Lux 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バイオマス資源を有効活用する事になり、結果的に水質向上や循環型社会の構築、循環型農業にも貢献できる「自然環境にやさしい」乾燥型のトイレ装置と言える。

写真 1.バイオトイレ本体(Bio-Lux) S-75 型、 S-100 型

(業務用)

S-75



S-100



2. 水洗トイレは文明のバロメーターか？

水洗トイレは文明のバロメーターであり、水洗方式は人類共通のし尿処理方法である。水洗トイレは「し尿は目前からパッと消える」ので快適である。水洗トイレの室内には臭いがコモルが消臭剤や換気扇が解決してくれる。しかし、目前から消えた自分のし尿は、大量の水と一緒に何処へ流れ、どのように処理されているのであろうか？

水洗トイレから下水管で運ばれた大量の「し尿混じりの汚水」は下水処理場で有機物を処理した後、大腸菌群を殺す為に塩素を投入し、きれいな水として一般河川に流されているが、無機物(窒素、リン酸、カリウム)は、ほとんど除去されていない。無機物は湖水や河川の富栄養化現象、水質汚染原因の一つであり、この無機物(栄養塩類)を取り除く事が水質向上の為に必要となる。

米国の元農務省国際農業開発局長、レスター・ブラウン氏が日本農業新聞(2007/09/18)の「視点」に、し尿処理方法について論文を発表し注目を集めている。

内容は、「使い捨ての水利用は、新技術の出現や水不足の問題、水の環境問題等によって、もはや時代遅れになりつつある」、「水洗トイレは水を汚し、水を無駄に使っている」、「水洗トイレは自然の栄養循環を壊している」、「し尿の水洗方法は、開発途上国ではこれが病気の主要な発生源になっている」、「し尿処理方法は、低コストの代替策として堆肥化する為の乾燥トイレがある」、「米国の環境保護庁は既にいくつかの乾燥トイレのブランドを認めている」、「大量の水に依存する汚水処理設備は現実的でない」、「使い捨ての水利用は、環境に対し愚かな事である」など等で水洗トイレの課題を指摘している。

3. 「観光と環境」は「トイレ問題を解決する事」が課題である

観光地に観光客が集まるとトイレ問題と駐車場問題が課題となる。自然環境が豊かな観光地のほとんどが下水道処理区域外にある為に水洗便所は設置されていない。浄化槽トイレ(水洗トイレの一種)が設置されている施設も多くあるが水洗トイレ使用後の排水が課題となっている。

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、今日現在、水洗便所は設置されていない。しかし、入園者数はトイレ問題に関係なく、旭山動物園の人気は上昇し、入園者数は増え続けている。その理由は 33 台のバイオトイレ Bio-Lux がトイレ問題を陰で支え続けているからである。

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。当時は泡でし尿を流すネポン方式のトイレを設置していたが、年間の来園者数が約 30 万人前後で、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。午後からはトイレ特有の臭いが周辺に充満し動物園特有の臭いも重なり不評を呼んだ。トイレ対策として選択したのが、トイレの建物を生かし、便槽のみをバイオトイレに交換した。結果的にトイレ問題は無くなり、駐車場問題を解決した事で、来園者数は年間 300 万人を超えるまでになっている。

人口 36 万人の旭川市にある旭山動物園に訪れた観光客は、動物園内のトイレを使用しても、トイレ処理水で「旭川の水を汚していない」事になる。この事実は水環境に対して多大な貢献をしている事になる。しかし、来園者のバイオトイレを評する声は「変なトイレがある」、「変だけど臭いがしない」、「子供が嫌がる」、「使いかたが悪い」、「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」、「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」など等いろいろな意見や不評もあるが、総じて好意的な意見が多く「環境意識を高める効果」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を下水道処理区域に指定、平成 20 年 4 月の開園迄には水洗トイレが完備される。この事で「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)を降ろす事になった。月間入園者数ナンバーワンは残ったが、旭山動物園のトイレを水洗化した事で入園者が増えるのか?観光客が増えるのか?環境問題は?

写真 2.動物園の実例、仮設型(ログハウス風、サイデング仕様)



■動物園内 ある日の風景(05.5)



■動物園内 ある日の風景(05.5)

写真 3.大雪山黒岳バイオトイレ室内の様子



4. バイオトイレが性能を発揮するために必要なこと

1) 使用する機種と台数の設定がポイント

バイオトイレ設置を計画している場所は、1日にトイレを使用する人数が何人位なのか？1回に使用できる人数は、男性&女性何人にするのか？具体的に男性大〇人、男性小〇人、女性〇人を想定する。バイオトイレの真上に便器が必要な男性「大」と女性用の合計がバイオトイレ装置本体の必要な台数で、小便器用は水なので勾配をつければ流れる為1台のバイオトイレに複数個つなぐ事が出来る。(目安はS-75型に小便器2~3個)。

使用するバイオトイレの機種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。想定したより使用人数が少ない場合はヒーター加温が少なくて済み、オガクズ交換の期間が延び、トイレ管理者から好評を博す事になるが、想定を超えた場合は、オガクズ交換の作業を大幅に増やす事になり、メンテナンスの回数が増えた分、トイレ管理者から不評を買う事になる。

2) 大雪山黒岳バイオトイレ不調の推定原因

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(A S-25 P K型ペタル式、処理能力20回~25回)が設置された。しかし、処理能力が4台合計で、最大1日100回(人)以下のバイオトイレに200人~300人以上、時には500人を超える使用が原因でメンテナンス(オガクズ交換)回数を増やす要因となっている。

大雪山のバイオトイレ設置計画は4,700万の予算計上で1台168万の機種4台(合計672万)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。

加えて、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もできず、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効果が得られていない。(トイレ計画全体予算の15%弱がバイオトイレ購入金額である!?)

富士山のバイオトイレ設置計画ではS-50型(80回~100回)を初期採用し、本格採用はS-100型(160回~200回)を主体に各場所に2台~4台を設置している為に、メンテ

ナンス（オガクズ交換）はシーズン中不要な事がバイオトイレの好評要因となっている。

この事例のように、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、メンテナンスに苦勞する事になる。メンテナンスに苦勞してい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）と交換することである。しかし、設置工事が完成した後では予算的にも難しい。

そこで、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」する工事を提案する。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キャパオーバーを緩和する事が可能となるだろう。ポリバケツ等に溜まった小便の処理は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、溜まったオシッコはオガクズを活用し、現場で適正処理する事が最も理想的である。

写真 4.ペダル式と手回し式（AS-25PK型）



5. 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、2007年10月現在までの4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（オプション）を現場の石室管理人が保管している）。

し尿処理装置であるバイオトイレを長期間（10年以上）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（有料）を2年に1回程度受ける事が望ましい。

6. バイオトイレに対して登山者側が配慮できること・関わり方

1) バイオトイレ利用協力金を必ず払って欲しい

バイオ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」等である。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」が必要である。ぜひ、トイレを使用する登山者の皆さんで「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

バイオトイレの中にゴミやビニール類やタバコの吸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」以外はバイオトイレに投入してはダメである。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。特に、タバコの吸殻を投げ入れるとオガクズに着火する危険性や微生物の活動を妨げる恐れがある。使用上の注意やマナーを守ってバイオトイレに性能を発揮させてやって欲しい。

3) 使用後は必ずペダルを漕いで欲しい

無電源仕様のペダル式バイオトイレ(黒岳バイオトイレの型式)は「使用後、自分でペダルを踏む事を前提」としている。ペダルを踏む事で「し尿の水分蒸発と分解を促進させる」、「次に使う人が他人のし尿を見る事なく快適に使える」等の理由である。ペダルを回すことは、バイオトイレの能力を発揮させ、オガクズ中の水分を蒸発させる為に必要不可欠な事であり、約束事なのである。

4) バイオトイレを維持する為に登山者がそのほかに関わること

バイオトイレ Bio-Lux は「普通のオガクズ」を活用している。ゆえに、メンテナンスに必要なオガクズを登山者がボランティアで搬入、搬出のお手伝いをできる事が望ましい。バイオトイレ内部で適正に処理された使用後のオガクズは水分率が低く、し尿特有の臭いも無いので抵抗感が少なく、袋に入れて運搬が容易である。

「環境と観光が連携」し、山の観光客である登山者がオガクズ運搬作業に積極的に参加する事で、山のトイレ問題を一緒に改善するという心構えは大切だと思う。

7. おわりに

水洗トイレを使うと必ず汚水がでる。ゆえに、「水を使わない」を特長とする「環境にやさしい」バイオトイレ Bio-Lux を、自然公園や山岳トイレにもっと多く採用され、適正な維持管理がなされる事を期待したい。