

山岳トイレ サンレット(土壌処理)のその後

中台光雄 (㈱リンフォース 取締役会長)

これまで、山のトイレを考えるフォーラム資料集には第7回、第9回の2回報告させていただきました。同じ山岳トイレ(土壌処理方式)を作っておりますので前回と重複することも多いと思いますが今回はもう少し深く書かせていただきたいと思います。

前回御報告した富山県立山一の越のトイレは平成14年7月に使用を開始して、平成15年10月まで1年間使用し、平成15年10月より平成16年10月までの1年間(その間10月より7月までは越冬中検査なし)環境省による山岳トイレ実証モデルとして、種々の検査をしていただきました。環境省のホームページを御覧下さい。又平成17年7月には特別に各部分の水質にかかわる検査をしていただく等特別の御配慮をいただきました。

一の越は夏の短い期間に大勢の人が使用し10月中旬から7月初旬までは雪の下にあり、夏直前に土壌槽の上に積もった雪が解けて、雪解け水で地下貯溜水が入れ替わるという寒冷地山岳トイレの特徴的な使われ方をしています。もう一方で同じ実証モデル事業で取り上げていただいた神奈川県の日産山系鍋割山は、高山ながら暖地の通年使用という対照的な山岳トイレでした。北海道の山岳トイレは富山県の山岳トイレに近い条件と思われるので、一の越や富山県のトイレを中心に報告をすすめたいと思います。

日産山系鍋割山は年間16,000人の登山者ですが夏は極めて少なく春秋冬に分散されますので、土壌処理には都合の良い山になります。北アルプスでは一の越は、夏の3ヶ月に60,000人というのは別格としても夏に使用者が集中します。更に各山とも土壌処理をする平地が少なく、十分な面積がとれない所が多いのです。鍋割山は敷地も十分に取れ16,000人に対し、40平方メートルの土地に、延べ32メートルのトレンチを入れていますが一の越の場合は80平方メートルの土地に延べ64メートルのトレンチを入れております。私共のトレンチのメートル当たりの1日の標準処理能力は13~15リットルですから、本来ならば鍋割山の4倍以上の長さのトレンチが必要なのに2倍しかとれませんでした。土壌処理方式は人数の増減に対して対応力のある処理方法ですが、この位無理をすると水質が次第に悪くなります。3ヶ月の集中使用の後には休止期間として、トレンチ周辺の土壌を休め、翌年の土壌の目詰まりを無くして、通年使用する形をとってぎりぎりの条件でスタートしました。

循環させて便器洗浄水として使われる地下貯溜水の水質が少し色がついたりしても何とか使えますが、そのまま越冬して、春の雪解け水と入れ替わる時の流出水の水質が心配されました。

平成17年7月に追加検査までやって下さった検査機関の御助言も得て、富山県側と打ち合わせの上で、平成17年の夏の最盛期前に、今までの不具合部分(石でトレンチが潰された所や水の不均等配水部分等)を直すと共に大きな改良をしました。それは一度地下貯水槽に溜まった水を再度地表に近い部分に散布して一部を蒸発させて、雨で増えた分を減ら

すと同時に土壤中をもう一度通過させることで、再浄化することを狙いました。

再循環の方法としては雨で地下貯溜槽の水位が定水位より 50 から 100 ミリ位上がったなら散水ポンプが作動して水を地表 5 から 10 センチの位置に埋設された散水管に送ります。ポンプを作動させる電源はソーラーパネルで、100 ワットのポンプを作動させるパネルの面積は 0.5 平方メートル程度です。(一の越は大きな太陽光発電システムを持っていますので、その一部を使わせてもらいました。) 地表に送水したいのは晴天になってからで、又日中だけで良いのです。この方法だとバッテリー不要で、故障もなく、寒冷地でも安心して使えます。

私共では以前から脱窒の効果を狙ってこの実験をしておりました。それは好気的な土壌の中を通過してきた尿中のチッソ分が、アンモニア性チッソから硝酸性チッソに変わり、硝酸性チッソを多量に含む水が貯溜槽にたまります。硝酸性チッソは炭素源のある嫌気状態の場所では容易にチッソガスになり、土壤中から放出されていきます。私共の土壌槽の地面から 15 から 20 センチのところには生の尿尿がトレンチを通過して土壌処理されています。そこから土中に浸透していく汚水は高い BOD 値を持っていますので、その BOD を炭素原として脱窒菌が働き脱窒が可能になります。私共ではこれを数年前から実験槽でやっており、一人分の尿尿を使った装置では十分に機能し、尿尿の BOD の炭素源では足りず循環水の BOD 値は 0 に近くなり、循環水の硝酸性チッソは高濃度でしたが尿尿処理現場で行われているメタールや酢酸ソーダー等を炭素源として投入する方法をとれば、高い率で脱窒出来て、放流水をより良い性状で自然環境に戻すことが出来ることもわかりました。

実証試験後直ちにこの案を実施させて下さった富山県の御英断と環境整備教育センターの御助言には感謝しております。平成 17 年 7 月に行った一の越の改造は、地下に埋設されている尿尿処理トレンチに直交する形で、その上部 5 センチ位のところに農業用散水管を 40 センチ間隔で埋設し、雨後晴天の日に 1 日 4 回ポンプを作動させ、1 回 75 リットル、1 日最大 300 リットルを地中散布するものでした。3 年を経過した平成 20 年の夏にもきれいな水が得られました。出来るだけきれいな状態で閉山すれば、翌年の雪解け流出水の性状も良くなり、環境に対する負荷を軽減することになります。この方式は前号にも紹介した水源地涵養林型として、水源地を中心に少しずつ使われていますが、更に広く推進したい方式です。土地が狭く夏季集中利用型の寒冷地山岳トイレでは、土壌を通気性の良い配合にし、貯溜水を土壌に再循環させ脱窒、再浄化する等の手段を用いて、閉山時まで少しでもきれいな水で洗浄し閉山し、冬の間には負荷をかけず、土壌の処理能力を回復し、次の夏に向かうという形にしてゆくの雪解け放流水の浄化にもつながるやり方と思います。

次に前回私共の装置は便槽を利用して嫌気菌による嫌気分解をして、分解された水分を土壌槽に送ることを書きましたが、この嫌気便槽について少し説明します。多くの山岳トイレが一番の目的にするのは、出来るだけ長く汚泥を引き抜かないで、汚泥搬出費用の節減をはかることです。

便槽の中では人体経由の大腸菌、プロテウス菌、脂肪分解菌、繊維素分解菌などの細菌

郡が働き、主として大便や紙に含まれるセルロース、炭水化物、タンパク質、脂肪等は酢酸、酪酸、アミノ酸、脂肪酸、アセトン、グリセリン、アルコール、他に分解されて、一部は便槽内でメタンガス、炭酸ガス化しながら有機酸の形で土壌処理槽に送られます。便槽内での大便等の分解は温度が低い場合でも時間をかければ進みます。年単位で考え、今年末分解のものは翌年という形で汚泥化します。このため大きな便槽が良いのです。又汲み取りも全部抜き取らず、溜まった汚泥を少しずつ抜いていく方が分解の継続性からも良いのです。平成13年以後設置したところでは汚泥の引き抜きをやったところは無いのが現状です。

尿尿は便槽の中で分解され、沈殿するものと浮上するものに分かれていますが、浮かんだスカムも時間をかけて沈殿し汚泥になります。便槽の深さも1メートル以上とると、スカムがはっきりと浮上し、中間水が良く分離されて浮遊物の少ない好適な水がトレンチへ送られます。

大きい便槽は良いのですが、私共のサンレットの場合にはあまり大きいと困ることがあります。サンレットは土壌で処理された水を地下の合成樹脂膜の貯水部に集め、その水で便器を洗い再び土壌槽経由で貯水部に戻します。従って便槽から地下貯水槽まで連続する各槽に水を入れてスタートすることになります。初期水が必要なのです。土壌処理槽を早く設置して雨水を入れておいたり、沢水を入れたりしますが、最悪の場合にはヘリ輸送になったりします。便槽の実容量（土壌槽への流出口まで）は最大のもので15～20トン位のものになります。そのようなことから便槽は小さいものを望まれることもありますが、妥協して予定人数より小さくすると、汲取時期が早くなったり、水質が悪くなったりしますので、十分な容量を取ることが大切です。

次に土壌処理に二つの方式があることを御説明します。一つは市販の水洗便器を使い浄化処理してから地下へそのまま浸透させる方式。もう一つは簡易水洗便器を使い、少量の洗浄水で便器を洗い、その水を土壌で処理、循環させる方式です。土壌処理というと前者と理解されている方が多いと思います。

一回の洗浄水量8リットル以上の水洗便器を使い、浄化槽の二次処理水として土壌浸透させるものが知られている形式です。我国でもかつて建設省が浄化槽放流水の地下浸透の浸透能力判定基準を作ったりしていましたが、実際の地下浸透の許認可権が地方行政庁にあるため実施は一般に困難でした。メーカーが努力して建設大臣認定を取ったり、特定の地区での認可もありましたが、山も里山で、広い土地、良い土質といった条件に合わなければ良い結果が出せない状態でした。更に水洗便器による8リットルの水を土壌で処理するには大きな面積が必要で、その処理水を集めて循環使用することも困難でそのまま土壌浸透させるしかありません。

私共は30年以上前から1回の洗浄水量が300ccの簡易水洗便器を製造していました。下は汲取便槽であったため、わずかながら増える余剰水処理のために土壌処理を研究しました。新見正氏の毛管浄化法を学び、数々の実験を繰り返して、土壌中に空気と水の混在す

る土壌粒子間の隙間を利用して汚水を好気状態で移動させる工法を確立しました。この工法では普通目詰まりし易いと言われる高濃度汚水が確実に分解されます。濃度が高いとそれを処理する微生物が増殖対応して浄化機能が高まります。質的な負荷をます代わりに量的な負荷は小さくせねばならず、雑排水の処理でトレンチ1メートル当たり 100 リットル等とは桁違いの1メートル当たり 10 リットル程度です。最初は液肥として植物に土壌から供給していましたが、地域によっては違法性を問われるので一時中止しました。しかし浄化されたきれいな水が忘れられず、この浄水を洗浄に使い、同時に絶対に外部に浸透しないように土壌全部を合成樹脂シートで囲ってしまうシステムを開発しました。特殊な汲取便所として当然一般家庭でも使えるものですが普及せず、汲取と放流に困っていた山岳で使っていただけるようになって10年になります。

土壌処理の土はどんなものでも良いわけではありません。南アルプス南小室小屋（平成12年）のようにこちらがほしいような土壌も稀にはありますが、原則的に自社開発の土壌を使っております。団粒化して微細な空隙がないと良質の水が得られません。長年実験を重ねてきた黒ボクを中心とする機能土を使用しています。陽イオン交換容量CEC40~140 mcq/100 gの軽量鉱物資材と配合し、比重 0.6 を目標に山での空輸も考えた機能土を作っています。黒ボクの電氣的吸着性の良さでリンの吸着は良く50年位は吸着し続けると言われています。チッソは土壌が吸着しませんので、水源地涵養林方式で返復散水し蒸発により、雨水による増量分を減らすと共に尿尿処理水のBODを利用して、硝酸性チッソも減らすと、雪解け時の水の入替わり対策になると思います。

最後に便器のことですが、今までに述べた理由で土壌への量的負荷を小さくして土壌による洗浄水浄化を考えると、便槽に入る水量は1回300~500ccになります。水洗便器に比べて洗浄能力は劣りますが、少ない水による水封で臭気を遮断し、下部を見えなくする、便槽に異物を捨てなくなる等従来の汲取便器に比べれば大分水洗便器に近いものになっているので、土壌処理循環方式ではしばらくこの便器を使ってください。

前回水洗便器により近い洗浄力のある便器を開発した御報告をしました。この便器は簡易水洗便器でなければ出来ない特徴を生かし、大便は便槽に落としてから、便皿を固定し、便器洗浄水を流し、洗浄した水は便槽に入れず、別回路で回収し、濾過滅菌をして循環洗浄をする便器です。山岳トイレでは未だ使用例がありません。太陽光発電で使える良いポンプが見つからないことと、センサー等の故障時対策を心配されているからです。山では簡単なものが安心というのもごもっともなことです。私共も無故障の実績を積んで、山でも使っていただけるよう努力するつもりです。商業電力の使える下界の公衆トイレに超節水水洗便器として使われ始めましたのでもう少し待って下さい。

北海道の山でもサンレットを設置させていただけるような日が来ることを願っております。本当に山を愛する皆様の変わらぬ御努力に敬意を表し、御健闘をお祈り致します。