

山岳トイレ問題を解決するバイオトイレ

町田喜義 (大央電設工業(株) 代表取締役)

1. 山岳トイレ問題を考える。

1. 1 山岳トイレの問題

現在、登山者が集中する山のトイレには多くの問題が発生しています。山小屋に設置しているトイレの排泄物は結果的にはどこかに処分しなければなりません。①沢へ垂れ流し、②山に毎年場所を変えて汲み出した排泄物を埋める、③人海戦術またはヘリコプタで排泄物を汲み取り、処理できる場所までおろす。等なんらかの手段が必要となります。また、バイオトイレの場合も温度(寒冷地)、使用頻度により放っておくと溜めと同じ状態になってしまいます。

大央電設工業(株)のバイオトイレ バイオR21でこの問題は解決できます。

1. 2 解決策の提案

弊社では、この度、百名山の1つ北海道 日高山脈 幌尻岳の幌尻山荘へバイオトイレJDBR-L型-JSSを設置しました。



図1. 1 幌尻山荘用(越冬対策済)



図1. 2 日高山脈幌尻山荘

幌尻岳は、標高2,052m。日高山脈襟裳国定公園の中で最も高い山であることから、アイヌ語で「大きい・山」を意味する「ホロ・シリ」として親しまれてきた山です。毎年夏には一面高山植物のお花畑となる山頂付近のカール状大地や豊富な動植物群、山頂からは幾重にもなる日高山脈の山並みが一望できるなど、魅力あふれる山としてアルピニストたちに大いに人気があります。トイレはこの幌尻山荘のみが使えます。弊社のバイオトイレには以下の特徴があります。

1) し尿分離型 (幌尻山荘の例 尿タンクは内部で連結)

災害対策用バイオトイレと同様に、し尿分離型のバイオトイレとなっています。データ設定値により、使用回数の少ない時に尿タンクから発酵槽に戻して蒸発させます。また、京都大学 松井教授の提唱するエコロジカルサニテーションの思想を反映した日本で唯一のし尿分離型バイオトイレです。(特許出願中)

小便 4800回(1人1回250cc 最大収容能力時:1200リットル
:300リットルタンク4台連結)

大便 100回/日の使用が可能となります。

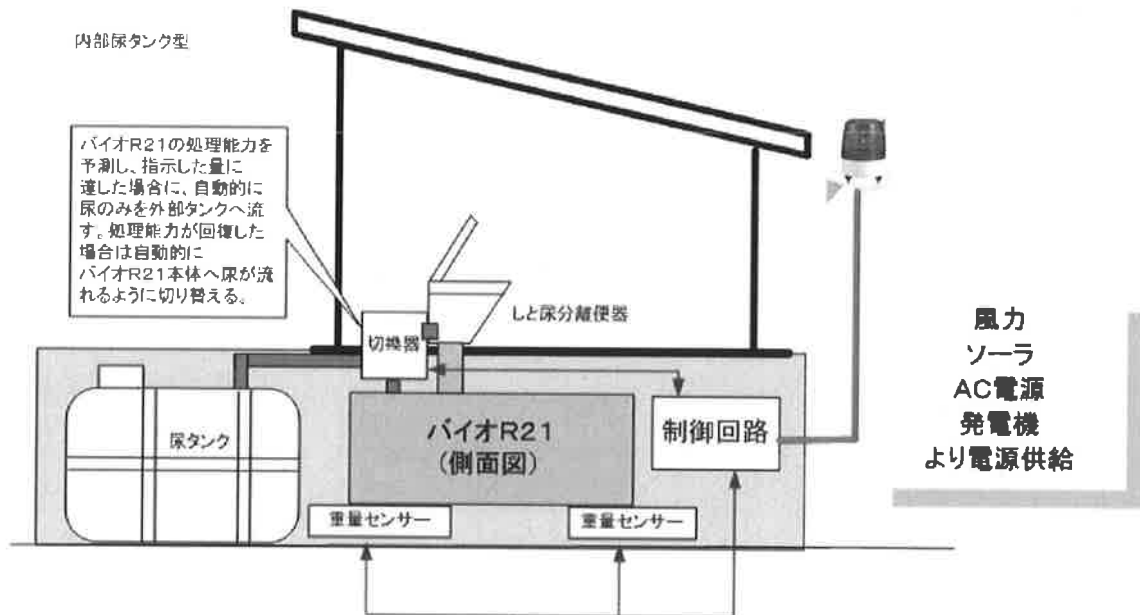


図 1. 3 内部尿タンク型 (参考)

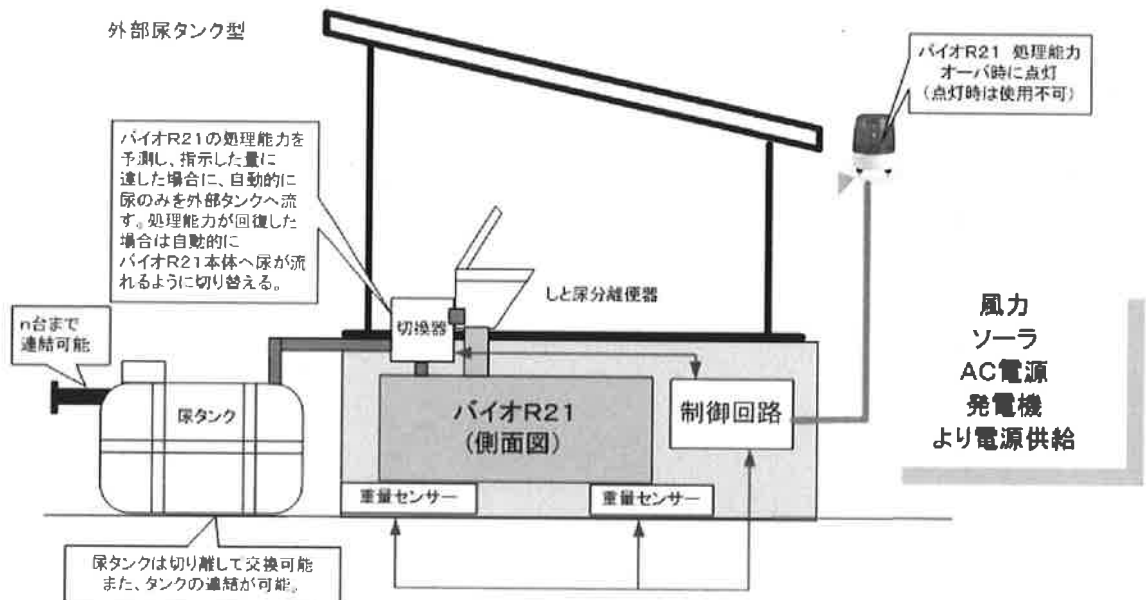


図 1. 4 外部尿タンク型 (参考)

- 2) 電源が無い場合は、太陽光発電、風力発電、水力発電、発電機 (これら外部電源は、すべてインバータ制御) による運用が可能となります。
- 3) 使用開始前にバクテリア (特許出願) の生息するそば殻を投入します。このバクテリアは自然界に存在するバチルス属の中から、信州大学農学部と産学の共同研究の結果発見したもので、外的環境の変化により生殖出来ない状態になると胞子になり身を守り、生活環境が良くなると (10~70℃) 再度栄養細胞となり復活します。外的条件によりバクテリアが死滅してしまうことはありません。長期間使用しない場合は電源を切っておいてもかまいません。(野山と同じ)
また、菌床の取り出しは発酵槽内を嫌気の状態 (溜め) にしない限り必要ありま

せん。コンポストとして使用する場合は2年目以降、1/3だけ取り出すのが限度です。出した分だけ菌床を便器より追加します。

- 4) 万が一、処理能力をこえる使用回数が発生した場合、重量センサシステムにて処理能力回復時まで、使用禁止であることをパトライト点灯により利用者に伝えることができ、他のトイレを使用することで溜めになることを防ぎます。
- 5) 山のトイレ幌尻山荘の従来のトイレは、人力で汲み取りをしています。し尿とトイレットペーパー以外のものが入ると汲み取りの時大変な苦勞が強いられます。生理用品を含めゴミは必ず持ち帰って下さい。これは弊社バイオトイレになっても異物を混入させないトイレマナーは基本中の基本です。

これら特徴により、山小屋、山間部公園等に小規模で大容量で、また環境に優しく設置できる唯一のエコロジカルサニテーション対応のバイオトイレです。

1. 3 大央電設工業株式会社製 バイオトイレの工事方法について

幌尻山荘のように、車で現場までいけない場合も工事は可能です。ヘリコプタにて機材を運搬し、工事を行います。山岳トイレにおける工事風景及びトイレ内部を図1. 5にてご紹介します。

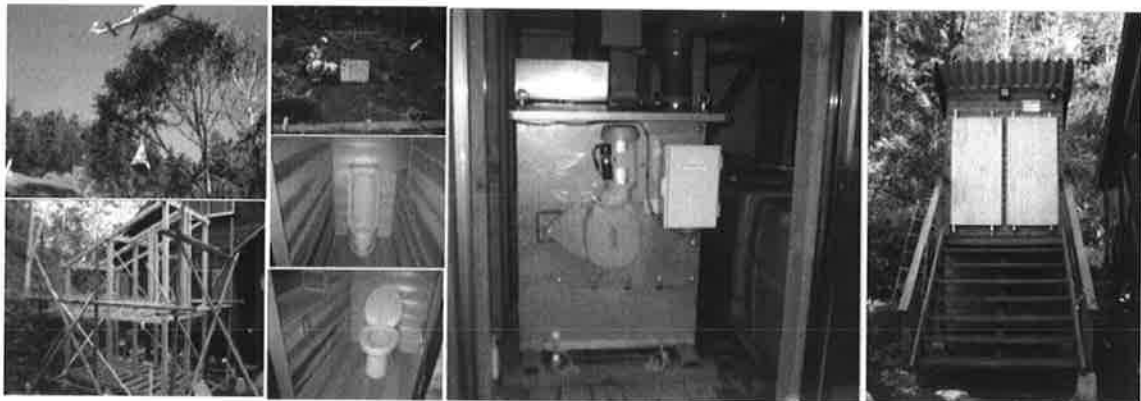


図1. 5 工事風景及びトイレ内部

2. バイオR21の欠点

バイオR21にはそれなりの欠点があります。弊社バイオR21はこの欠点を独自の改良により克服しております。

1) バイオR21最大の欠点

自己処理型のバイオトイレの場合、水分(尿)は発酵熱、又ヒーターにより屋外に排出します。発酵熱はバクテリアの繁殖活動により発生しますが、水分(尿)が多く有機物が無い場合はヒーターの熱により蒸発させます。尿の使用量が過剰に多い場合、強力な熱を加えると大半のバクテリアは死んでしまいます。私共が引き継いだ時点では、年に何回かおが粉を取り替える必要がありました。

2) 保守メンテナンス

発酵槽内の菌床（おが粉）の取り替えを年に何回も行う事は大変な作業です。2次発酵が済んでいない菌床を取り出しますと、大変な悪臭があります。

そのコンポストを屋外に撒くことは、衛生上大変な問題があります。

この問題を解決するためには、発酵槽内のバクテリアの主体をバチルス属系にすることです。バチルス系は住みにくい条件になると、孢子となり生活環境が良くなると栄養細胞に再度復活します。外的条件が大きく変化すると、死んでしまうバクテリアは、あてにしないことです。し尿、生ゴミ等には油が含まれています、油の分解できるバクテリアを入れることで発酵分解（水と二酸化炭素）が促進され臭いを抑えられます。その為には、バクテリアの住みかが大切です。

（おが粉20%（1度なにかに使用した木）、そば殻70%、その他10%）
バクテリアを大切に思うことが、バイオトイレを快適に使用できる条件となります。

3) 使用制限と対策

し尿、生ゴミ・廃食用油をバクテリアにより発酵分解し、大腸菌のいないコンポスト（2次発酵、約100日）にして、大地に返す仕組みです。水分は発酵熱又ヒーター熱により蒸発させます。バクテリア保護の為、過剰なヒーター熱はかけられません。過剰な水分のみが一気に入ると、蒸発に時間がかかります。放っておくと溜めと同じになり、悪臭が発生します。従って、バイオR21製品には機種により1日の使用制限があります。この制限を守るために従来は保守メンテに負担がかかり管理に気をつかいました。そこで弊社はバクテリア保護のため重量センサーにより使用の制限を加えるシステムがござります。(特許出願中)これによって保守メンテが容易となり、バイオトイレのキャパシティを超える使用量が

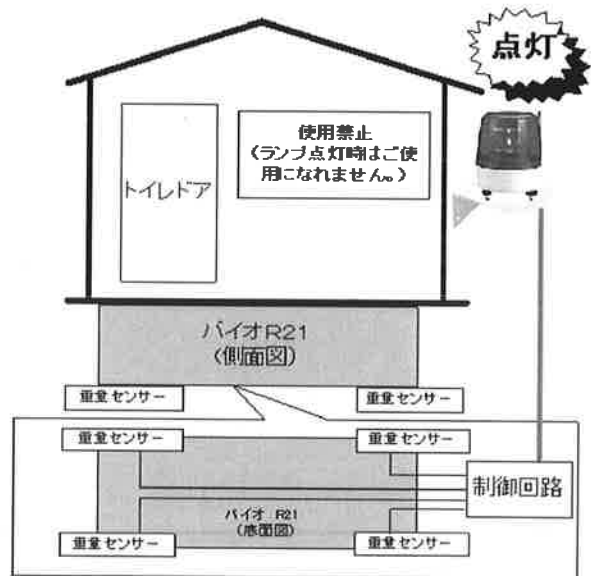


図2. 1 重量センサシステム概略

把握できます。弊社の重量センサー方式は、カウンタ方式、その他の方式を試行錯誤の上に到達した正確にキャパシティを測定できる方式です。(図2. 1参照)しかしながら、予めキャパシティを超える使用量が想定される場合は、複数のバイオトイレを設置する必要があります。

この解決策として、し尿分離方式を開発しました。災害対策用として、避難場所となる、公園、グランド等に設置実績があります。又、廃食用油をトイレ内に入れる事ができる場合、分解専用のバクテリア(特許出願中)を入れる事により

分解過程の中で大変な熱が発生します。この熱により水分を蒸発させる事ができます。大便及び生ゴミの中に、強い臭気ぶつがある物を投入しますと、水蒸気を排出する排気ファンより、外部に臭いが出ます。室内スイッチを1度押すとスクリュウが、ゆっくり回転して大便、生ゴミが中心に巻き込まれます。バクテリアにより分解が行われ、臭いも無くなります。大腸菌等微生物は50℃～60℃の熱で大半が死滅してしまいます。分解の途中で残ったものは腐敗してしまいます。そういう状態になりますと、年に何回かの菌床の取替が必要になります。バクテリアが充分居ないのに、し尿、生ゴミを入れますと、排気ファンより、悪臭が発生します。ベタベタの菌床を取り替える事は環境衛生上、大変な問題があります。

3. バイオトイレの歩み

3. 1 経過

おが粉を菌床に用いたバイオトイレは、長野県において、梓環境技研（株）木下正之氏が開発した。昭和59年4月18日に特許出願され、平成3年4月12日に特許となる。（特許第1630646号）その商品の販売を（有）トウシンファニチャーが行っていた。平成5年10月24日、本特許権の登録の抹消となる。

（特許第1630646号）（有）トウシンファニチャーが、バイオトイレを製造、販売を開始。平成7年3月27日、斉藤格社長氏が意匠登録を出願。県内、全国に代理店を作り販売をしていた。商品名は、バイオセルフ。

（有）トウシンファニチャーは社名を（株）バイオセルフに変更。その後倒産。平成9年6月13日意匠登録となる。（意匠登録 第0992888号）斉藤格氏の意匠登録権が、北海道の正和電工（株）に譲渡された。

長野県内では（有）トウシンファニチャーの社員であった丸山氏が、（有）自然環境を立ちあげ、意匠登録0992888号と形状が異なり、特にメンテナンス機能を重視した構造とし（特許出願）、既存のバイオトイレの保守をしながら、製造販売をしていた。商品名は、バイオR21

平成13年4月（有）自然環境より大央電設工業（株）にバイオR21の製造、販売、特許公開中を移行

3. 2 大央電設工業（株）にて改良を行う。

1) 特許 第3420573号

- ・駆動部の回転軸と攪拌部の回転軸を共通（一体）にしてある。
 - ・今までのものは側板にモーターを取り付ける台を溶接し、モーターを取り付けてある為に本体に非常に負担がかかる。（過去にモーターの台が落ちたことがある）トルクアームによって改善
 - ・カップリング（ダブルチェーン）で繋いである為軸の芯が出しにくく、芯

が出ていないスクリューはブレて、負荷が掛かると壊れやすい。(過去にシャフト付近や中心部でねじ切れる事故が何度かあった)

- ・今までのものは本体からモーター側に出る部分が多い。
一体にすることによって、約20cmコンパクトになった。
- ・今までのものは、発酵槽内は、シャフトから出た支え棒にスクリューが溶接されています。長期使用する中で溶接部が離脱する事もありますので、弊社において改良。

・横幅がコンパクトである。(設置しやすい)

- ・今迄のものは発酵槽が上に行くに従って開いている為、横幅が715mmあったのに対し、ストレートに上げた為に630mmになった。しかも処理能力は変わらない。

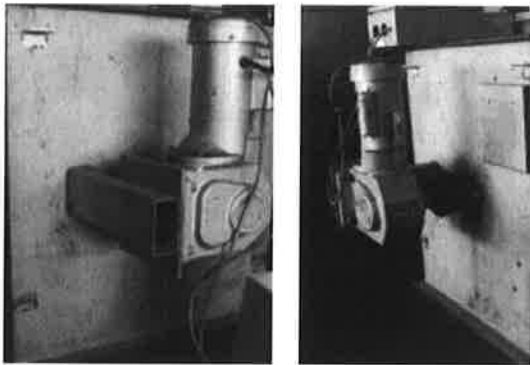


図 3. 1 バイオセルフ

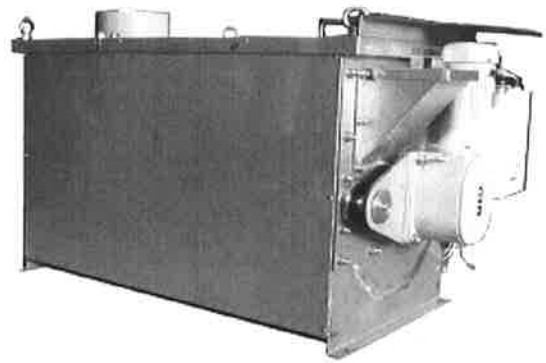


図 3. 2 バイオR21

2) 特許第3578340号 攪拌部出し入れ自由自在型

- ・コントローラー、攪拌モーターを側板につけたまま、スクリューを出し入れすることができる。

スクリューの取り替え、又保守が容易になる。今までのものは攪拌部機能の故障の際にシャフト、スクリューは本体上部より出し入れをしていました。そのため設置場所によっては大便器、小便器の配管を全て取り外し、バイオトイレ本体を床下より外へずらし、取替をしていました。大変な作業でした。

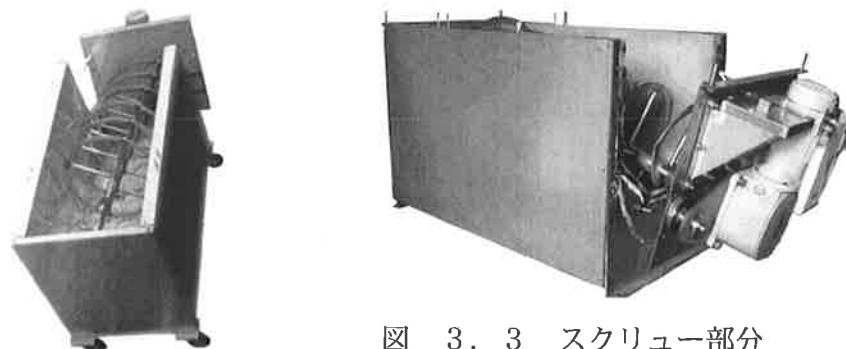
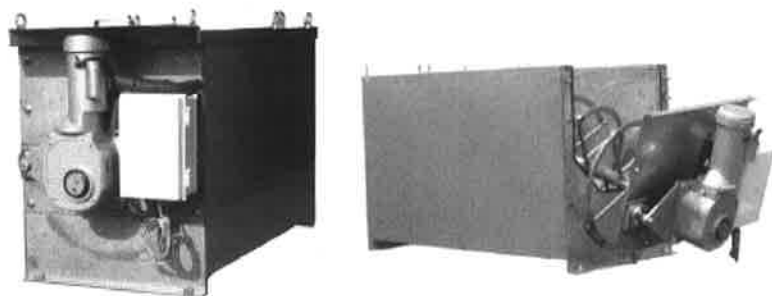


図 3. 3 スクリュー部分

3) 意匠登録 意匠第1176781号



4) ディバーシリーズ開発 以後 以下参照

- ・平成14年6月 信州大学農学部と共同研究契約。
(バイオトイレにおける微生物発酵分解の解明、悪臭発生解明、廃食用油の分解)
- ・平成14年7月 減容再生型バイオトイレ研究会発足
- ・平成15年2月 廃食用油分解 特許出願
- ・廃食用油の分解に成功、菌床をおが粉からそば殻に変更
- ・バクテリアはバチルス属が主体となる。
- ・平成15年5月 重量センサシステム 特許出願
- ・平成16年12月 し尿分離システム、セパレート便器を開発
(特許、意匠登録出願)
- ・現在に至る。

バイオR21

意匠第1176781号 特許3420573号
特許3578340号
特願2001-239994 特願2003-346456
特願2003-346457
特願2003-051957
特願2003-163650

ディバーシリーズ

特願2002-266360 特願2002-371479
意匠第1236232号 特願2005-111468

し尿分離型セパレート便器

図3.4 参照

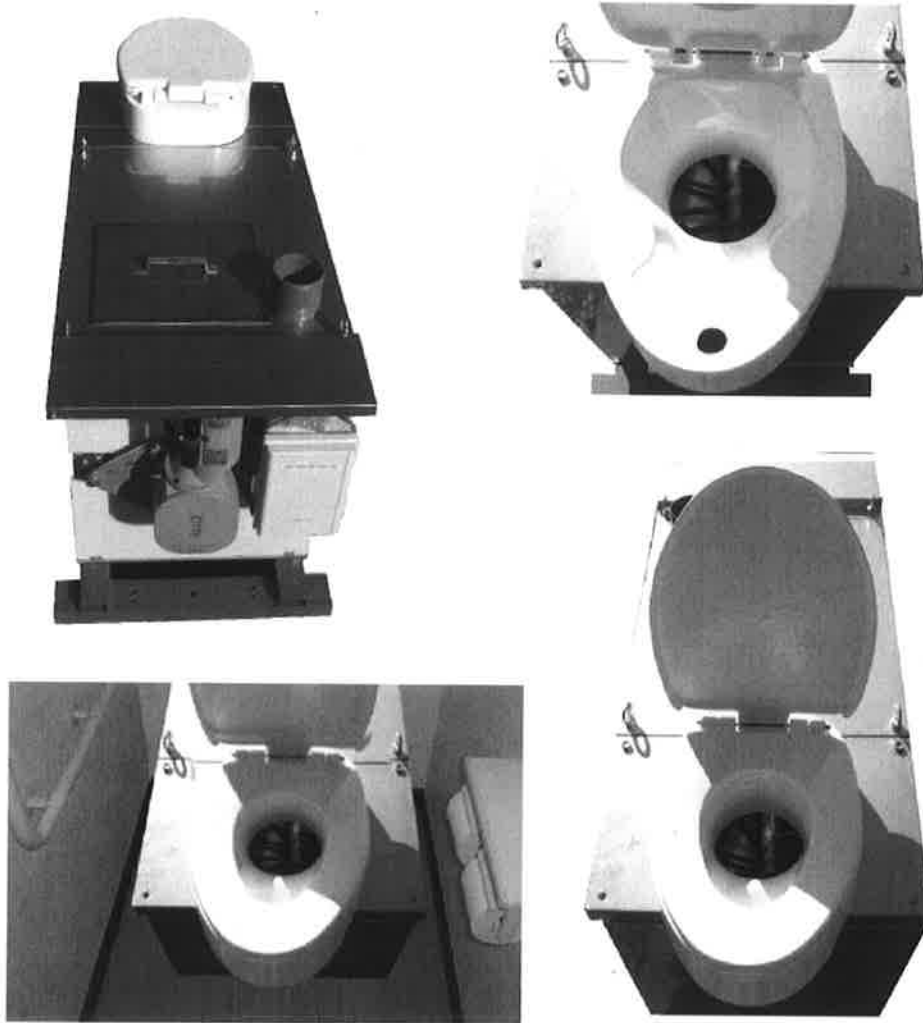


図3. 4 し尿分離型セパレート便器 (特許・意匠登録出願)

4. エコロジカルサニテーションについて

1) 尿

尿は一般に無菌である。人間の排泄物中の植物栄養素のほとんどは尿中に発見されている。成人一人当たり年間で約 400L の尿を排出する。それには 4.0kg の窒素、0.4kg のリン、0.9kg のカリウムが含まれている。面白いことにこれらの栄養素は植物に吸収されやすい理想的な状態で存在する。(窒素は尿素の形で、リンは過リン酸塩の形でカリウムはイオンの形で) 尿中の栄養素のバランスは化学肥料のそれと比べて十分に適している。スウェーデンで 1993 年に排出された人間の尿中の窒素・リン・カリウムといった栄養素は、肥料総使用量の 15~20% に匹敵する。化学肥料と比べて重金属の混入が極めて少ないというのも尿を利用した肥料の利点の一つである。

2) 糞便

人間の糞便は主に消化されずに残った有機物、例えば食物繊維などを含む。一人 1 年当たりの糞便の量は 25~50kg で、0.55kg の窒素、0.18kg のリン、0.37kg

のカリウムを含む。栄養素の含有量は尿より少ないが、それらは非常によい土壌改良剤である。脱水化や高温・分解により病原体が死滅されてできた無害の有機物は、土壌の有機物量・保水能力・栄養濃度などを高めるために利用される。分解の過程によってできた腐植土は、植物を土壌の病原体から守る有用な土壌生物の健全な数を維持するのも助ける。

3) 環境への利点

大規模の再循環は、温室効果を減少させることになる。人間の尿尿の再循環は土壌の炭素含有量増加させる為に広範囲に渡るプログラムの一環として大規模に実行されれば温室効果を減少させるのに役立てる事ができる。二酸化炭素(CO₂)の大気中濃度の増加は気候の変化を起こすと考えられており、この減少に対する大部分の努力はCO₂を増加させる化石燃料の燃焼や、熱帯雨林の消失からの、CO₂の放出減少に集中している。しかしながら最近科学者は過剰な大気中の炭素を吸収する役割を持つ土壌の能力に注意を向け始めた。(土壌中では、炭素は腐葉土や腐敗する有機物の形で蓄えられる)

多くの因子が土壌中の炭素の蓄積に影響を及ぼす。衛生処理された人間の排泄物を大地に戻すことは、土壌を肥沃にさせ植物の生長を促進させるというプロセスに於いて重要な役割を演じ、その結果光合成を通して大気中のCO₂の総量を引き下げる。森林外の土壌における炭素総量の2倍弱は、100年にわたる現時の低レベル1% (浸食の結果として) から2%にあたり、これはその期間にわたる大気中炭素の正味の年度増加と釣り合っている。

引用文献

『エコロジカル サニテーション』

(非売品)

2001年1月19日発行

著者 Steven A Esrey · Jean Gough · Dave Rapaport
Ron Sawyer Jorge Vargas · Mayling Simpson-Hebert
Uno Winblad(ed)

発行元 Sida(Swedish International Development Cooperation Agency:Stockholm)

監訳 松井 三郎 (京都大学大学院 地球環境学堂)

発行所 日本トイレ協会

〒105-0001 東京都港区虎ノ門 1-11-7 第二文成ビル 3 F

TEL.03-3580-7487 FAX.03-3580-7176

5. 納入実績例

図5. 1～図5. 3に、し尿分離システム／セパレート便器採用の弊社バイオトイレの納入実績例を示す。

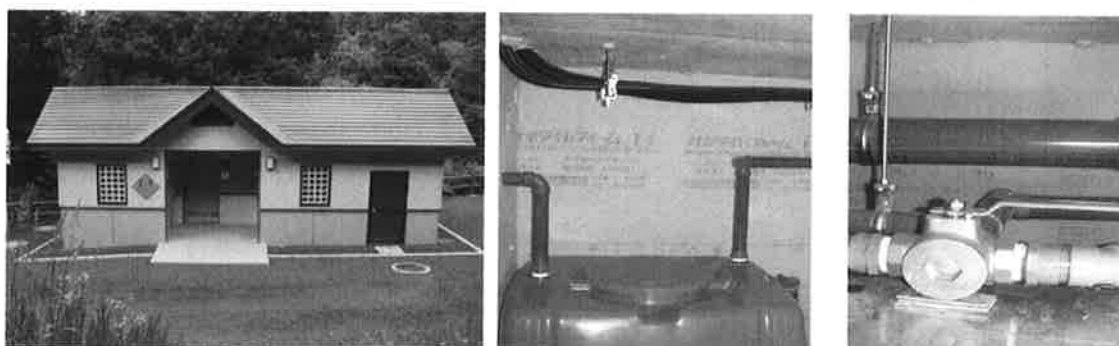


図5. 1 北海道 北見市 金刀比羅山公園 ↑

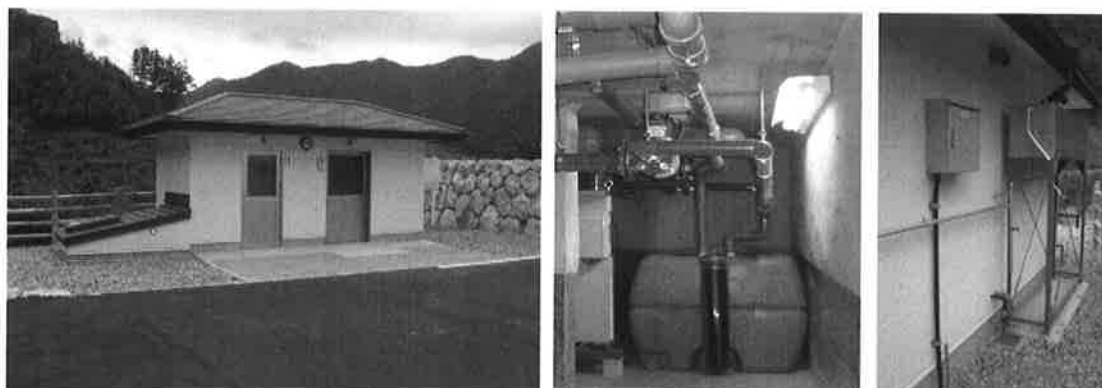


図5. 2 長野県南相木村 東電神流川上部ダム 右岸天端 ↑

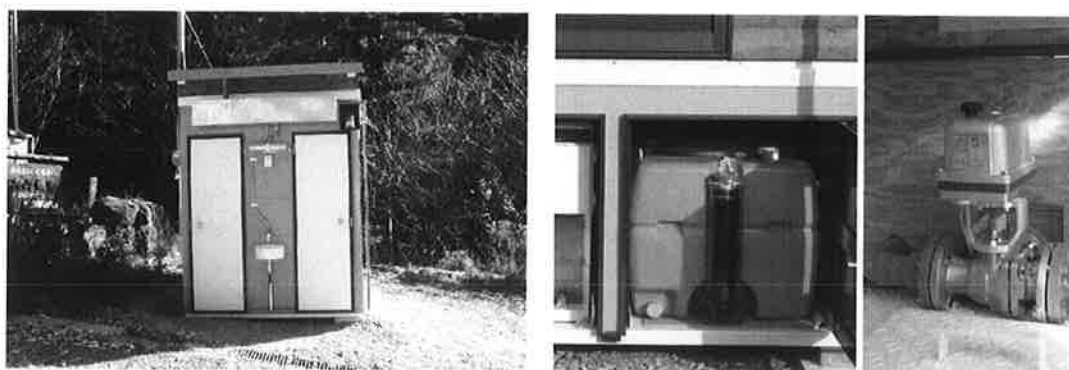


図5. 3 長野県茅野市 唐沢鉱泉 駐車場公衆トイレ ↑



図5. 4 長野県 諏訪市 上諏訪中学校 ↑