

Bye Bye Waste by Bio Toilet

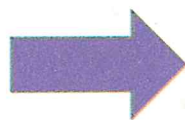
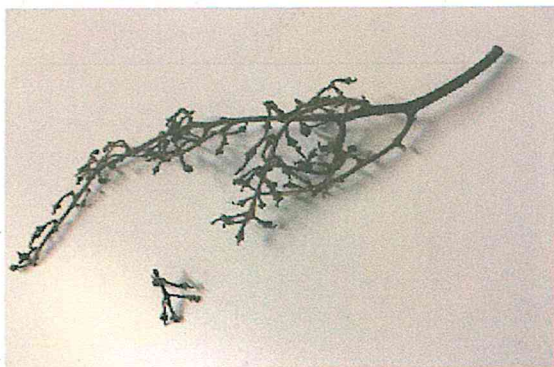
～バイオトイレによる循環サイクルの構築～

山梨県立甲府第一高等学校 探究科3年

岩澤 周音
島田 陽人

深谷 太一
橋本 らら

石川 凜斗
原野 恋華



1. はじめに

私達の住む山梨県には日本一の山、富士山がある。富士山ではかつてトイレによる環境汚染が問題になっていた。そこで私たちは、山梨の「伝統工芸品」のひとつである「和紙」から「携帯トイレ」を作ることを考え、実際に県庁富士山課に行き、和紙による携帯トイレの実用性について話をした。しかし、携帯トイレはとても有用であるが、富士山ではすでに「バイオトイレ」によってトイレ問題は解決している、との返答を得た。そこで、私達は「バイオトイレ」を山梨にあるものから作り出すというプランを立てた。山梨に多くある農家から出る大量の農産物の残渣、家庭から出たごみ、また山梨では竹林の放棄が問題となっており竹から作る竹パウダーなどを利用して「バイオトイレ」を作ろうと考えた。

2. バイオトイレについて

バイオトイレの多くは、下水を垂れ流すことができない山岳地帯に設置されており、登山者が主に使用する。他にも、地震や噴火などの災害が起きた時に用いられるものであり、日常生活を送る私達が目にする機会は少ない。



正和工業 バイオトイレ

そもそも、バイオトイレは便器の中におがくずが入っていて、使用後は、水を流す代わりに電動スイッチで攪拌して、ヒーターで温める。すると、おがくずの中に生息している微生物と排泄物の中の細菌の動きが活発になり、排泄物は水と二酸化炭素になって蒸発することになる。トイレットペーパーも含めて一晩で分解するため、消臭効果もある。そして、使用後のおがくずを堆肥として、農業で肥料として用いることができる。エコトイレの一種として、最近では環境に強い関心を寄せている一般家庭で設置するところが増えている。しかし下水道処理区域では、水洗トイレの設置が建築基準法で規定されている。

3. 実験について

<目的>

- (ア) 身近にある手に入りやすい物、捨てられている物のし尿に対するの消臭効果の確認
- (イ) 地元、山梨県において処理に困っている物のバイオトイレにおける有用性の確認



計量時

ブドウの茎

砕いたブドウの茎

ぬか

〈実験1〉

実験日時：2017 月 10 月 22～30 日 実験場所：甲府第一高等学校 4 階 Door ルーム

実験材料：おがくず（ヒノキ）、米ぬか、コーヒーメーカーより採取したコーヒー豆のカス（以降コーヒー）、シュレッダーより採取した紙ごみ（以降紙ごみ）、ワイナリーで頂いたブドウの茎（以降ブドウ）、竹を粉末にしたもの（以降竹粉） バイオトイレに使用されている好気性細菌が含まれる腐葉土、バイオトイレが使用される際の再現としての犬の糞、人間のし尿

実験器具：ビニール袋、段ボール箱、乳棒、乳鉢

実験方法：

- ① 実験材料に 6 種類の材料をそれぞれ乳鉢、乳棒を用いて細かくすりつぶす。
- ② それらを 180 g に計量し、ビニール袋に入れる。また、数種類を混ぜ 180 g にしたものも同様にビニール袋に入れる。
- ③ 腐葉土 10g、人間のし尿 220ml（今回の実験では、班員のうち数名、また、甲府第一高等学校の生徒数名から頂いたものを混合して用いた）をそれぞれ②に加える。また、②の中で特に効果がみられると考えた組み合わせ（おがくず 180g、ブドウ 90g 竹粉 90g）には犬の糞 50g を加えた（以降③' とする）。
- ④ ③と③' をそれぞれかき混ぜビニール袋の口を縛り、組み立てた段ボール箱の中に入れ放置する。
- ⑤ それぞれ 1 日ごとに臭いをかぎ、臭気強度尺度（図 1）に基づいて評価する。

図 1

7	極端に強烈なおい
6	非常に強いにおい
5	強いにおい
4	やや強いにおい
3	質がらくに感知できるにおい
2	何のにおいであるかわかる弱いにおい
1	やっと感知できるにおい
0	感じない

実験結果：

材料	初期値 (ポイント)	実験後 (ポイント)
米ぬか、コーヒー、紙くず	5～6	5～6 or 6～7
おがくず、ブドウ、竹粉	5～6	1～3
③' おがくず 180g	7	3
③' ブドウ 90g 竹粉 90g	7	1

考察：

紙くずはもともと消臭効果がある記述は無く、捨てられている物という観点から選んだ物質であったため、臭いが消えなかったと考える。次に、米ぬか、コーヒーだが、消臭効果があるという記述があったものの、それぞれ独特の臭いがあるために悪臭がしたものと考える。次に、おがくずは、実際のバイオトイレで使われているだけのこともあり、消臭効果を実感することができた。最後に、ブドウと竹は、それぞれ単独でも消臭効果を感じることができ、組み合わせることでおがくずをも凌ぐ消臭効果をみせた。どちらも我が地元山梨で処分に困っている物資であるため、良い結果が得

られたことを嬉しく思う。また、反省として、人間の鼻で測定を行ったため感覚に個人差が生まれてしまった可能性があり、客観的な数値にならなかったことが挙げられる。



(図 2) 次に、研究目標に

(ウ)消臭効果を発揮した物質を混ぜた際に最も効果が発揮される組み合わせを発見するを新たに加えた。また、反省点として挙げた、人間の鼻で測定を行ったため感覚に個人差が生じた可能性があり、客観的な数値にならなかった点に着目し、それを改善するために、神栄テクノロジー株式会社のハンディにおいてモニター

OMX-SRM (図 2) を使用して〈実験 2〉を行った。下表の結果を得たが、実験結果に関連性がみられず、実験は失敗に終わった。そのため、材料の組み合わせのみを変えて〈実験 3〉を行ったが、実験 2 と同様に関連性は得られなかった。

実験 2	1日目 1月17日	2日目 1月18日	3日目 1月19日	4日目 1月20日	5日目 1月21日	6日目 1月22日	7日目 1月23日
1	27.9	16.3	13.0	29.9	186.0	186.0	19.1
2	17.1	17.0	13.2	29.0	56.3	32.1	25.7
3	8.5	10.0	26.9	28.7	34.1	56.6	26.2
4	9.2	15.3	34.9	10.3	38.0	30.3	50.5
5	17.0	31.0	19.8	21.0	103.0	96.4	53.6
6	32.0	15.6	11.4	11.8	23.0	16.4	14.2
7	21.4	14.2	38.0	31.4	38.3	33.5	34.3

実験 3	1日目 1月27日	2日目 1月28日	4日目 1月30日
1	4.9	27.6	5.7
2	9.7	49.0	7.1
3	6.4	17.0	6.8
4	10.1	34.4	5.3
5	5.7	16.1	3.9
6	4.2	13.7	3.9
7	1.9	17.9	3.5

モニターの特徴を把握できず、上手く取り扱えなかったことが実験失敗の最大の原因であると考えられる。また、気温や保管状況などにも気を配る必要があると感じた。しかし、臭気強度尺度を用いた〈実験 1〉の結果は大いに満足するものとなった。

4. ブドウの茎の現状

私達がぶどうに着目した理由は、消臭効果の見込めるものを調べていく過程で、ブドウの茎が有効とされることが分かっており、さらに、山梨県のワイナリーでブドウの茎が大量に廃棄されていることが分かったからである。

現在、ブドウの茎の具体的な廃棄量は不明ではあるが、計算上ぶどう 1t あたり 70kg が廃棄される。また、ワイナリーでは、ブドウの茎を処理するために業者に回収してもらう際、ある程度の費用がかかってしまう。その費用は 1kg あたり、50～100円である。今回協力していただいた機山洋酒では、年間約 50t のぶどうを廃棄するので、約 3500kg の茎が廃棄される。

5. 節水効果

現在富士山で使われているバイオトイレ「正和電工株式会社のバイオラックス (SKM-50FT)」は、1基ごとに 1日 80～100回使用可能である。そのため、使用可能回数を 90回と仮定すると、水洗トイレでは 1回使用するごとに約 6L の水が必要なために 1基当たり 1日で約 540L、年間約 20万Lの

水の節水が可能となる。また、バイオラックスは年2~3回のおがくずの交換が必要であり、1回の交換で500Lのおがくずを使用する。年間1500Lのおがくずは、ブドウの茎400kgに相当し、上記の機山洋酒で廃棄するブドウの茎の1割強の量である。節水だけでなく、ブドウの茎の廃棄にかかる費用の一部が軽減される計算だ。

6. バイオトイレの活用案

私たちのプランニングは、今回このバイオトイレをワインツーリズムに観光に来た人たちにアピールしようというものだ。ワインツーリズムとは、ヨーロッパ発祥のワインの産地をめぐるツアーである。基本的なツアーの内容は、ワインの産地を巡ったり、ワインの歴史を学んだり、生産者と話したり、ワインを飲むことも可能である。日本でも開催されており、山梨県でもすでに取り組みが始まっている。

ワインがメインのツアーなので、ぶどうに興味がある人、詳しい人が集まると考える。また、ワインツーリズムはワイナリーで行われるため、バイオトイレに使用するブドウの茎が容易に手に入る。このことにより、ブドウの茎の廃棄に必要な経費と輸送コストを削減することができる。

また、少しでも多くの人に興味を持ってもらうために、バイオトイレの建物をワイン型にし、ワイナリーのエチケット（ラベル）を描くことで、各ワイナリーを代表するワインを模した建物は、インスタ映えを求める若い世代にも好評となり、観光名所にもなる可能性がある。また、バイオトイレは水を必要としないため緊急時にも役に立つと考えられる。

そして、このプランの最大の利点は、バイオトイレで使用し終わったブドウの茎を、畑に肥料として再利用が可能であるということだ。この流れが出来れば、この肥料でブドウを育て、育てたブドウの茎でバイオトイレを稼働させ、また肥料に戻るといって、持続可能なサイクルを作り上げることが可能となる。

しかし、問題点もいくつかある。バイオトイレを設置するとなるとバイオトイレ専用の設備が必要となる。また、日本では建築基準法により、「下水道処理区域では水洗トイレの設置」が義務付けられており、ワイン型バイオトイレの設置に向けて大きな壁である。解決策の手本として、北海道旭川市での事例を挙げてみると、企業と行政が協力してバイオトイレの設置が可能な「特区」を設けている。私たちはこの例をもとにして、同様に勝沼・塩山地域を特区とし、バイオトイレの設置ができないかと考えている。ほかにも、こういった形でこの取り組みを知ってもらうかなどの課題も残る。

参考： 正和電工株式会社 http://seiwa-denko.co.jp/report_e.html

TOTO <https://jp.toto.com/greenchallenge/value/q03.htm>

大迫政治「嗅間隔のモデル化にもとづく環境臭気の評価に関する基礎的研究」

協力： 機山洋酒工業株式会社（山梨県甲州市塩山三日市場 3313）