

竹パウダーを用いた有機物分解のプロセス

原菜々瀬 朱瑞棋 谷賢洋 谷川雄大 平野浩太郎
兵庫県立神戸高等学校 総合理学科 2年

竹パウダーが有機物分解にどのように影響するかを調べた。私たちは市販のドッグフードを米ぬか、竹、竹&米ぬか、土の4種類で分解させ、日ごとに乾燥重量を測り分解量と含水率を求めた。また3種類の培地を用いて、各混合物に存在する細菌数を測定した。この実験結果から菌数と分解の間に相関はほとんど見られず、また種類ごとに実験期間の前半と後半で分解量が大きく異なったことから、各混合物による分解のプロセスが異なっていることが分かった。またこの実験により「米ぬかと竹」の保水力が最も大きいこと分かった。加えて約90人を対象として混合物を悪臭の強い順に並べる調査をしたところ、米ぬか、竹&米ぬか、竹、土であるという結果となった。このことから、竹に消臭作用があることが分かった。

1. はじめに

現在、日本で大変問題になっている「竹害」。「竹害」とは竹産業の拠点が人件費の安い海外へ移転したことや、プラスチックの登場により竹の需要が減少し、管理されなくなった竹が近隣へ侵入したり、ほかの植生に悪影響を及ぼしたりすることだ。(図1, 図2)

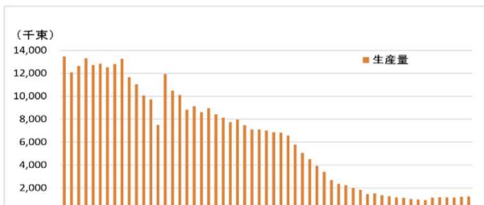


図1 国内の竹材生産量の推移(資料:林野庁「特用林産基礎資料」)

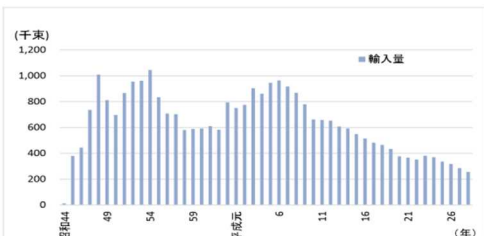


図2 竹材の輸入量の推移(資料:農林水産省統計表)

そんな不遇に見舞われた竹をなにか有効活用できないかと思い、出会ったのが「竹パウダー」であった。私たちが使用した「竹パウダー」は、宝角合金製作所が「Bamboo Mill(竹粉碎機)」を用いて粉碎し、二週間発酵させたものだ。この粉碎機を用いた竹パウダーが他社の製品と違う点は、二段階に粉碎し、約30 μ mまで常温で粉碎できるというところにある。これにより竹の中の菌が死なずに、増殖しやすく、それを利用して様々な用途に用いることができる。その中でも私たちは「竹パウダーの生ごみ分解における有用性」に着目した。現在、生ごみ処理は世界でも問題になっており、特に国土面積が狭く埋

め立てる場所が少ない日本では焼却処理の割合が多く、その中でも生ごみは3割をしめている。(図3, 図4)

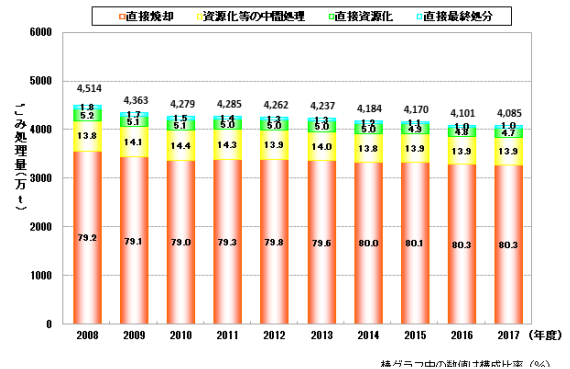


図3 ゴミ処理法の推移(環境省)

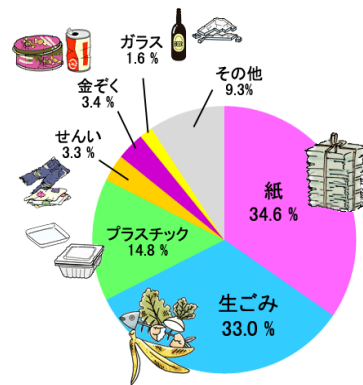


図4 京都市の燃やすごみの種類と湿重量(京都市環境政策局)

それ故に竹パウダーを各家庭で生ごみの分解に使用すれば、ごみの焼却量の減少につながるはずである。また、竹の多孔質な性質には臭いを吸収する作用があるといわれているので、家庭でも利用しやすいと考えた。竹パウダーが生ごみ分解に有効であるということは製作所により経験的には分かっており、製作所では竹パウダーと米ぬかを1:1の割合で生ごみにまぜ、毎日米のとぎ汁を加えて分解させ

ていた。しかしこの生ごみ分解のプロセスは分かっておらず、これを調べるため一週間の分解実験を行い、乾燥重量・菌数・含水率の変移を測定した。また現在コンポスト化として一般的に使用されている土との分解プロセスを比較した。

2. 仮説

はじめは菌がたくさん生息していると思われる竹パウダーのみの分解量が一番多く、その後米ぬかの栄養分によって竹パウダー内の菌が活性化され、徐々に米ぬかと竹パウダーの分解速度が竹パウダーのみの場合を超えると考えた。また竹パウダーは多孔質なので、臭いの吸収性や保水性もあると考えた。

3. 実験方法

3.1. 実験の概要

私たちは分解量を調べる分解実験 I と臭いを調べる実験 II の二つを行った。

- I. ドッグフード (Supremo/ニュートロジャパン) を用いて、分解実験を行い、研究を進めた。ドッグフードを用いた理由は家庭から排出される生ごみに代わるものとして、性状が均質で再現性のあるデータを得ることができるという利点を考えて使用した。私たちは竹パウダー&米ぬか、竹パウダーのみ、米ぬかのみ、土のみの四種類を混ぜて経過をみた。
- II. それぞれの最終日の混合物を神戸高校生徒に嗅いでもらい、悪臭の強い順に並べてもらった。

3.2. 実験材料

I. 分解実験

土 (園芸用) 米ぬか 竹パウダー ドッグフード
米のとぎ汁

微生物の培養に用いる三種類の培地

- ・Trypticase-soy agar medium (培地 1)
- ・Yeast extract-malt extract agar medium (培地 2)
- ・Potato-dextrose agar medium (培地 3)

なお、これらの培地によって検出可能な微生物は、上から順に細菌、放線菌、糸状菌である。また、組成は次の表 1 に示す。

表 1 培地の組成

<Trypticase-soy agar medium>	
Trypticase peptone	17g
Phytone peptone	3g
NaCl	5g
K ₂ HPO ₄	2.5 g
Glucose	2.5g

Agar	20g
Distilled water	1000g
<Yeast extract-malt extract agar medium>	
Yeast extract	4g
Malt extract	10g
Glucose	4g
Agar	17g
Distilled water	1000g
<Potato-dextrose agar medium>	
Potato extract	4g
Glucose	20g
Agar	15g
Distilled water	1000g

3.3. 実験方法

I. 分解実験

ドッグフードと各種類の混合物の乾燥重量比が 1:1、含水率が 55 %、合計量が 291.00 g になるようにしたものをそれぞれ 500 ml ビーカーに入れた。また、実験操作中のコンポストからの水蒸気の蒸発をできるだけ防ぐためにアルミホイルで落し蓋をした。この四つのビーカーをインキュベーター内に入れ、45.0 度に設定して 7 日間放置した。7 日間の放置の間、一日ごとに主に 2 つの操作を行った。①含水率の測定、②微生物の培養を行った。

①含水率の測定

4 つのビーカーの内容物をそれぞれよくかき混ぜてから、合計 5.00 g 取り出し、シャーレに入れた。これらを乾燥機に入れ、105 度で 1 時間乾燥させた後の乾燥重量を電子天秤で量り、含水率を計算した。このときの含水率が 55 % を下回っていた場合は、含水率が 55 % になるように米のとぎ汁を加えた。

②微生物の培養

①と同じようにして、それぞれのビーカーから 2.5 g 取り出し、22.5 g の純水と混ぜて遠心分離器で 10 分間 (3500 rpm) 遠心かけた。10 分後の各混合物の上澄み液 100 μm を Trypticase-soy agar medium, Yeast extract-malt extract agar medium, Potato-dextrose agar medium のそれぞれの培地に撒いた。この時の希釈倍率は、コロニーの数が計測しやすいように調節した。

II. 悪臭調査

4 種類の混合物を神戸高校の生徒 89 人に嗅いでもらい、臭くないと思うものから点数をつけ、集計した。

4. 結果と考察

4.1. 結果

I. 分解実験

・分解量, コロニー数, 分解量とコロニー数の相関係数は下図のようになった。(図 5, 6, 7, 8 日ごとの分解量と三種類の培地でのコロニー数)

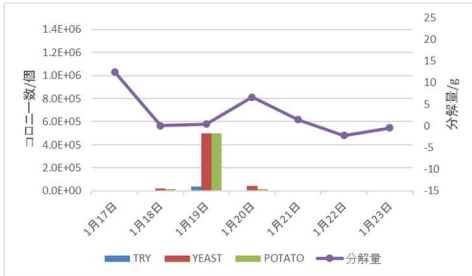


図 5 竹&米ぬか

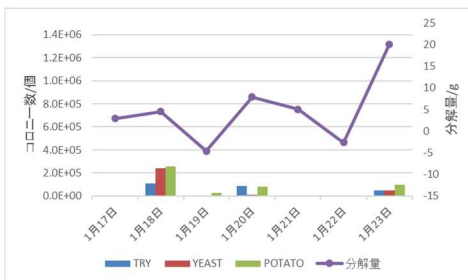


図 6 竹

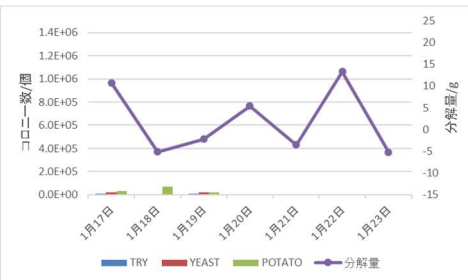


図 7 米ぬか

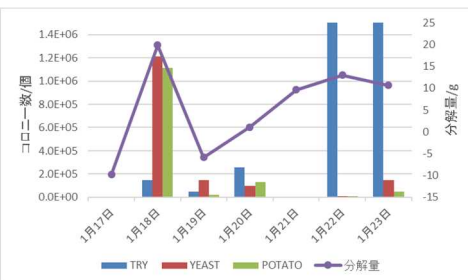


図 8 土

・分解量と含水率の様子は下図のようになった。(図 9, 10, 11, 12 日ごとの分解量と含水率)



図 9 竹&米ぬか

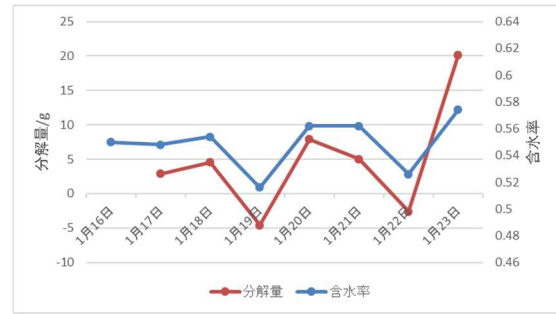


図 10 竹

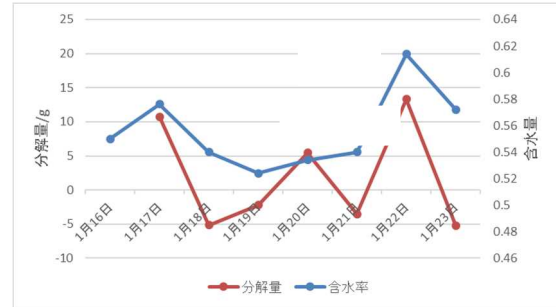


図 11 米ぬか

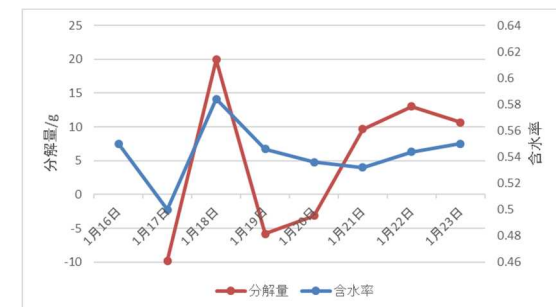


図 12 土

図 5 から 8 より, コロニーの数の大小と分解量に相関がほとんど無いことが分かる。

分解量と含水率のグラフを見ると分解量の増減と, 含水率の増減の振る舞いがほとんどの場合で一致する。これは, 分解で発生する水によって引き起こされた結果だと考えられる。また, 分解量が同程度の日の含水率を比較すると, 竹&米ぬか, 竹, 米ぬかの順に含水率が高いことが分かる。

・積算分解量は図 13 のようになった。

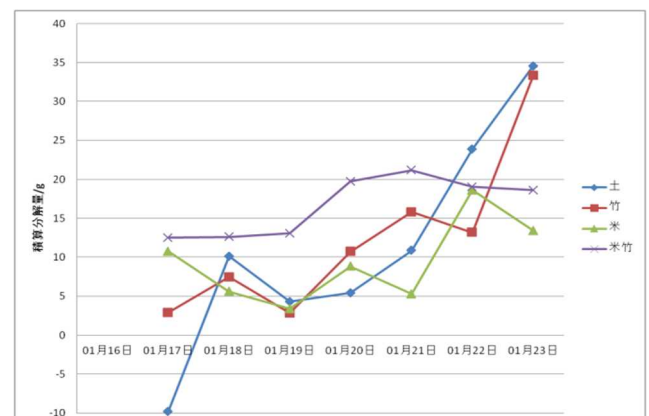


図 13 積算分解量

私たちの仮説に反して、はじめは竹&米ぬかでの分解量が多く、竹だけは比較的分解量が少なかった。竹は後半に分解量が多くなった

4.2. 考察

竹パウダーと米ぬかの混合物から、はじめは比較的高分子の物質を分解する菌が米ぬかの栄養分を得て増え、分解量が他の分解地よりも伸び、分解地内の高分子の量が減ったため、後半は菌が分解する質量が比較的少なかったと考えられる。また、竹と米ぬかの両方に分解作用があるため、互いに分解したことも、米竹においてははじめの分解量が多かったことの要因であると考えられる。

また、竹のみの混合物の分解量の推移から、後半になるにつれて、前半の分解によって生成した糖を分解したため、後半の分解量が増加したと考えられる。

竹と他の混合物の分解量と含水率の関係の結果から分解で発生した水を、竹が逃がしにくかった、つまり、竹の保水力が高かったということが考えられる。竹だけよりも米竹の方が、含水率が高かったのは、混ぜると米のみ、竹のみよりも粘り気が増したので、そのことが理由だと考えられる。また、コロニーの数と分解量に相関が見られなかったので、分解量またはコロニーの数は環境に起因すると考えられる。

II. 臭いの実験

臭い順に 4, 3, 2, 1 点とし、89 人分の点数を合計すると、次のようになった。

- ・竹と米ぬか 223 点
- ・竹 211 点
- ・米ぬか 256 点
- ・土 200 点

この結果より、89 人は、米ぬか、竹と米ぬか、竹、土の順に臭いと判断したと分かる。土を除く 3 種類の結果から、竹パウダーによって米ぬかの臭いが軽減されていることが考えられる。

5. 今後の展望

分解量またはコロニーの数は環境に起因すると考えられるので、この環境というのが各分解地の物理的性質によるものだと考えて、竹パウダーと米ぬかの構造がどのように米ぬかや竹と異なるのかを調べ、更に分解のプロセスを詳しく解明する。

6. 謝辞

この研究を行うにあたって、宝角合金製作所様、サイエンスアドバイザーの皆様からたくさんのご助

言、ご協力をいただきました。心より感謝申し上げます。

7. 参考文献

<https://www.rinya.maff.go.jp/j/tokuyou/take-riyou/attach/pdf/index-3.pdf> (「竹の利活用推進に向けて」林野庁)

http://www.cjc.or.jp/data/main_a02.html (一般廃棄物・産業廃棄物の統計データ)

<http://www.cjc.or.jp/j-school/a/a-2-4.html>

(家庭のごみを調べてみよう 資源リサイクル促進センター)

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jswme1990/3/4/3_4_78/_pdf/-char/ja (種菌がコンポスト化速度に与える影響の評価)

<http://houz-bamboomill.com/> (宝角合金製作所バンブーミルホームページ)