

プラスチックの分解

宮城県仙台第三高等学校

12 班

プラスチックは自然界では非常に分解されにくい化学物質として知られているがプラスチックを分解できる微生物がいることが発見されている¹⁾。そこで、プラスチックと構造が似ている植物を分解している微生物は、そのプラスチックも分解するのではないかと考えた。調べたところ、松の葉の表面の炭化水素とポリエチレン、椿のクチクラとポリエステル、これらが互いに似た構造を持っていることが分かった。実験方法は、松の木の下を回収し、その中にポリエチレン、ポリエステルをそれぞれ入れ一週間ごとに質量の変化を記録した。その結果、ポリエチレンは分解された。つまり、松の木の下にいる微生物は炭素結合を選択的に分解しているということになる。また、放置期間を延ばしてみたところある時期から急激にポリエチレンの質量減少の速さが大きくなったのである。

1 背景

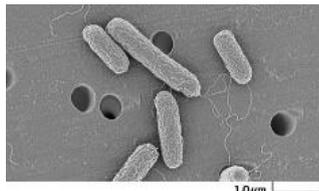
現在、環境問題の一つにごみ問題がある。その中でも海洋ではマイクロプラスチックというものが非常に問題視されている。マイクロプラスチックとは5mm以下のサイズのとても小さなプラスチックのことを指し、これは海に流れ出ることによって、食物連鎖により人体にまで影響を及ぼす。この問題の解決を困難にさせている要因の一つとして回収の方法が無いということが挙げられる。つまり、一度海に流れ出してしまうと取り返しがつかないのだ。では、なぜ海に流れ出してしまうのか。大きく分けて2つある。一つ目はポイ捨て。二つ目は正規の処理方法から外れて捨てられるとい

うものだ。プラスチックは工業的に非常に扱いやすい物質なので、大量に生産されており、そのごみの処理が追い付いていない実状がある。

そこで、プラスチックの新たな処理方法の発見によるマイクロプラスチック問題解決の手がかりを目標とする。

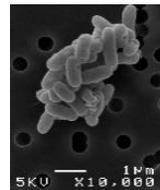
プラスチックとは石油から生まれた合成樹脂のことで、自然界ではほとんど分解されない。だが、プラスチックを分解できる微生物が発見されている¹⁾。

それは *Pseudomonas* 属 (図①) と *Sphingomonas* 属 (図②) である。

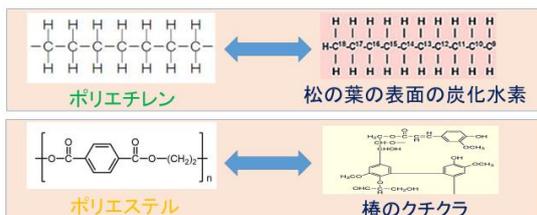


(図 ①)

(図 ②)



プラスチックと科学構造が似ている植物を分解している微生物は、そのプラスチックも分解するのではないかと考えた。そして、松の葉の表面の炭化水素とポリエチレン、椿のクチクラとポリエステル、これらが互いに似た構造を持っていることが分かった。(図③)



(図③)

2 実験と結果

実験1 目的：松の葉を分解する微生物はプラスチックを分解するか

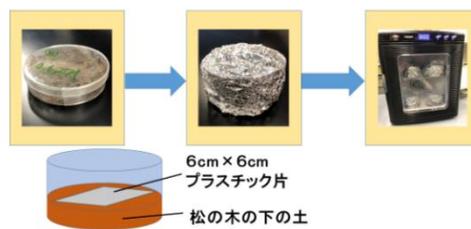
松の木の下を回収し、半分をオートクレーブ（高温状態にして滅菌する装置）を使い無菌状態にする。そしてその土とポリエチレン、ポリエステルそれぞれをシャーレに入れる。

太陽光による分解を防ぐため、シャーレにはアルミホイルを被せて保管するものとする。

また、管理条件は常温（20℃～35℃）と恒温器（温度を一定に保つ装置）を使い30℃

の二種類とする。これらの条件の下、プラスチックの質量の変化を四週間観察する。(図④)

以上の条件をまとめると(図⑤)のように8パターンとなる。



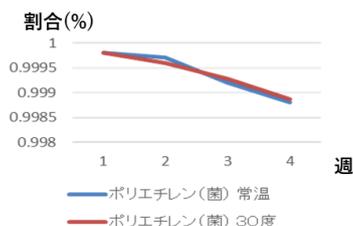
(図④)

条件	常温 菌有	30℃ 菌有	常温 菌無	30℃ 菌無
ポリエチレン	①	②	③	④
ポリエステル	⑤	⑥	⑦	⑧

(図⑤)

結果、菌ありの土でポリエチレンのみ分解された(図⑥) 菌なしの土では分解されなかった。ポリエチレン片の目立った見た目の変化は見られない。ポリエステルはどの条件下でも分解されなかった。つまり、分解には確実に微生物の働きが関係しており、松の木の下にいる微生物はポリエチレンの炭素結合を選択的かつ部分的に分解しているといえる。

(図⑥)より単位時間あたりの質量の減少量はほぼ一定より、分解速度は時間に比例する。温度による分解の違いは見られなかった



図⑥（縦軸：質量の割合）

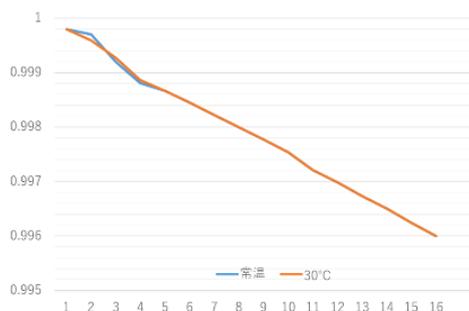
実験2 目的：分解の速度は常に等しいのか

実験1では放置期間が4週間であったのに対し、16週間で行う。

実験1と同条件で行う。

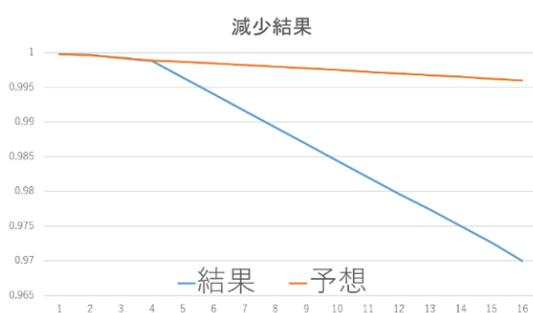
この実験は放置期間を延ばしても(図⑥)のグラフの傾きは変わらないのかを調べる。つ

まり(図⑦)のような予想をたてた。縦軸は割合、横軸は放置期間を表し、青線は常温、オレンジ線は30℃を表す。(図⑤)より、4週間で約0.001%の減少だったので16週間では0.004%の減少を見込んだ。



(図⑦) 減少予想図

結果はなんと、(図⑧)のようになったのである。縦軸は割合、横軸は期間を表す。図から明らかだが、五週間を過ぎてから急激に減少速度が大きくなったのである。また、予想では0.004%の減少を見込んでいたが、3%もの減少が見られた。ポリエチレン片の見た目の変化は見られない。



(図⑧)

3 全体の考察

徳島大学の実験より微生物はアミノ酸(栄養)がなくなることから飢餓応急が起こることがわかっている²⁾。飢餓応急とは、微生物が飢餓状態に陥った際に生存のために体の構造を変化させることを指す。つまり、実験2より5週間に境に急激に減少速度が大きくなっ

たのは、微生物が土の栄養を食べつくした為に飢餓状態になり、プラスチック片を食べ物として分解するために自身で体の構造を変えたのではないかと考えた。言い換えれば、微生物が自らプラスチックを分解する酵素をつくりだした可能性があるといえるのだ。

よって、この微生物を意図的に極限状態にすることでプラスチック分解速度が上がり、実用的なプラスチックの処理方法になるのではないだろうか。

4 今後の展望

I: ポリエチレンを分解している微生物の特定。

II: 椿の木の下の土を使いポリエルテルの分解が可能かどうか。

III: 初めから養分(有機物)のない土を試し飢餓応急の発動期間の変化の確認。

5 参考文献

¹⁾ 「プラスチックを短期間で分解するバクテリア、高校生が特定」
<https://wired.jp/2008/05/26/%e3%83%97%e3%83%a9%e3%82%b9%e3%83%81%e3%83%83%e3%82%af%e3%82%92%e7%9f%ad%e6%9c%9f%e9%96%93%e3%81%a7%e5%88%86%e8%a7%a3%e3%81%99%e3%82%8b%e3%83%90%e3%82%af%e3%83%86%e3%83%aa%e3%82%a2%e3%80%81%e9%ab%98/>

²⁾ 「厳しい環境で生き残った細胞にみられる遺伝子発現」
https://www.sbj.or.jp/wp-content/uploads/file/sbj/9304/9304_tokuhu_3.pdf