

瀬戸内海プラスチック問題に対する害虫応用型分解技術の可能性
～環境負荷低減を目指して～

広島県立広島国泰寺高等学校 3年

代表者：吉永 夢

小田希美

瀬戸内海プラスチック問題に対する害虫応用型分解技術の可能性

～環境負荷低減を目指して～

広島県立広島国泰寺高等学校 2年 吉永夢 小田希美

1. 背景・目的

本校科学部生物班は、広島県江田島市の海岸において毎年清掃活動を行っており、その際、海岸に広島県の特産品である牡蠣の養殖いかだに使用されているプラスチック部分が数多く漂着している現状を知った。また、回収されたプラスチックのうち浮力体に当たる発泡スチロール部分は1年間で9kgにも上ったが、現状では瀬戸内海プラスチック問題解決に向けた方法には焼却処分を行う手段しかなく、二酸化炭素を排出するという側面から新たな環境汚染を引き起こす要因にもなっている^[1]。そこで私たちは二酸化炭素を排出せずにプラスチックを分解する方法はないかと考え、害虫であるハチノスツヅリガの幼虫に着目した。ハチノスツヅリガの幼虫はミツバチの巣に寄生し、巣を食い荒らすことから養蜂場では害虫とされている。一方、先行研究より、幼虫時の主食である蜜蝋と短鎖結合が類似しているプラスチックを分解するという報告がある^[2]。そこで私たちは、実際に江田島に漂着した牡蠣いかだを用いてハチノスツヅリガの幼虫の摂食量を調査することで、二酸化炭素を排出しないプラスチック分解の方法と、害虫に付加価値をつけることで、ハチノスツヅリガの新たな有効活用の方法を探索することにした。



図1 江田島海岸に漂着した牡蠣いかだの浮力体の一部(プラスチック)



図2 ハチノスツヅリガの幼虫



図3 江田島市切串4丁目海岸での清掃活動の様子

2. ハチノスツヅリガについて

Galleria mellonella

鱗翅目メイガ科ツヅリガ亜科に属する蛾の一種。本研究で用いるのはその幼虫。ハチノスツヅリガの幼虫は、ミツバチの巣に寄生し、蜜蝋を摂食するため、養蜂農家にとっては害虫とされている。先行研究より、蜜蝋と同じ単鎖結合をもつプラスチックを完全に分解することができるという報告がある。原産地は不明だが世界中の幅広い地域に分布する。成虫の出現時期は6月と8-9月。現在の主な活用方法は爬虫類や釣りの餌などである。

3. 検証方法

ハチノスツヅリガを集団の大きさが異なるように1匹・5匹・10匹・15匹・20匹・25匹ずつを60mlの飼育用紙コップに入れ、それを各4つずつ用意し、2日間絶食させた。その後、集団に牡蠣いかだのプラスチック部分(以下:発泡スチロール)を $0.2 \pm 0.03g$ 入れ、 $25^{\circ}C$ で飼育し、1週間後の発泡スチロールの質量の減少量を調べた

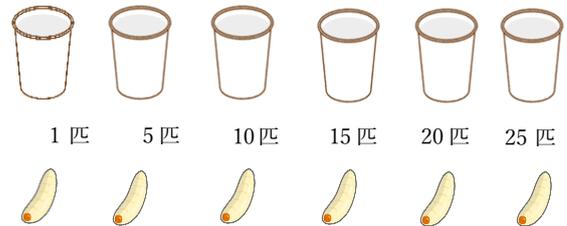


図4 実験方法の簡略図(各4つずつ用意)

4. 結果

ハチノスツヅリガの発泡スチロールの摂食量は1匹の時に1匹当たりの摂食量が最も多くなり、総摂食量は15匹の時に最も多くなった。

(図5・図6)

飼育数(匹)	1匹当たりの摂食量(g)	総摂食量(g)
1	2.3×10^{-3}	2.3×10^{-3}
5	1.9×10^{-3}	9.3×10^{-3}
10	1.3×10^{-3}	1.3×10^{-2}
15	1.3×10^{-3}	2.0×10^{-2}
20	8.9×10^{-4}	1.8×10^{-2}
25	6.5×10^{-4}	1.6×10^{-2}

図5 飼育数の変化に伴う摂食量の変化

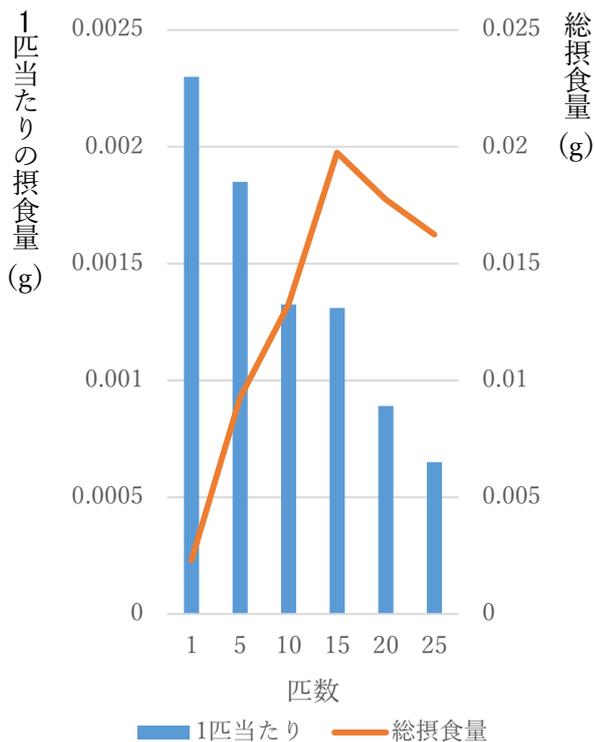


図6 1匹当たりの摂食量と総摂食量の関係

5. 考察

すべての飼育用紙コップでハチノスツヅリガによる発泡スチロールの摂食が確認された。1匹当たりの摂食量が最も多くなるのは飼育用紙コップ内に1匹で飼育した場合であった。一方、総摂食量が最も多くなるのは15匹の時であった。これは1匹当たりの摂食量と集団の大きさのバランスに関係性があると考えられる。

実験結果を踏まえ、実際に江田島市の海岸に漂着した発泡スチロール9kgを1年間で分解しきるためには1匹/60mlの場合、約7万5千匹(飼育用紙コップ約7万5千個)、15匹/60mlの場合、約13万匹(飼育用紙コップ約8千個)が必要であることが分かった。

6. 結論

海岸清掃で回収した発泡スチロール約9kgを1年間ですべて食べさせるためには1匹/60mlの飼育環境の場合、紙コップ75251個(ハチノスツヅリガ75251匹)が必要で、15匹/60mlの飼育環境の場合紙コップ8735個(ハチノスツヅリガ131025匹)が必要ということが分かった。なお、先行研究と同じ匹数である10匹では先行研究の総摂食量である0.0369gよりも少ない0.01325gの摂食量だったが、これは先行研究の飼育容器の容量が3倍であることが関係していると考えられる。

7. 課題と展望

1匹当たりの摂食量を増加させる方法の探索

今回の実験では25°Cに設定して飼育を行ったが、温度が高い方が摂食量が多くなる可能性が考えられる。一方、温度に比例して蛹化する個体が増え、プラスチックを摂食しなくなるという報告もあるため、今後は蛹化をさせず、かつ1匹当たりの摂食量が最大となる温度を探していきたい。

与える発泡スチロールの形状と大きさの探索

今回の実験では3cm四方に発泡スチロールを切り出してハチノスツヅリガの幼虫に与えたが、この大きさが幼虫にとって摂食することが難しい形状と大きさであった可能性が考えられる。

今後は様々な形状と大きさの発泡スチロールを与え、摂食量を比較していきたい。

生活空間を考慮した飼育容器の容量の探索

今回の実験で使用した飼育容器は60mlの容量であり、飼育数が増加するにつれて、1匹当たりの生活空間が減少していったことが摂食量の減少に繋がっていた可能性が考えられる。しかし、摂食量が最大であった1匹での飼育は、将来的に実用化をする際に使用容器のコストや場所を踏まえ現実的ではない。

今後は飼育個体数が増加しても摂食量が減少しない生活空間を考慮した最適な飼育容器の容量を見つけていきたい。

8. 引用・参考文献

- [1] 中国新聞. 令和5年9月25日掲載記事
- [2] Plastivores: 驚くべきワックスワームは、BUの研究でプラスチック廃棄物をむさぼり食う ニュース (brandonu.ca) 出版物 - BU CARES Research Centre - Rural&Indigenous Community Based Research
- [3] Christophe Mr. LeMoine, Harald C Grove, Charlotte M Smith, Bryan J Cassone (2020) 『A Very Hungry Caterpillar: Polyethylene Metabolism and Lipid Homeostasis in Larvae of the Greater Wax Moth』
- [4] 『オオワゴンガ *Galleria mellonella* の幼虫による低密度ポリエチレン分解における腸内細菌叢の役割』 Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences (英国王立協会紀要 B: 生物学) (royalsocietypublishing.org)
- [5] 奥園 元晴・高野 茉里奈・山本 和弥 (2021) 『ミールワームによるプラスチックの生分解』