

海洋性細菌による マイクロプラスチック問題の解決を目指して



愛媛県の海岸のプラごみ



愛媛大学附属高等学校 理科部 プラガールズ

1年 村上陽向 松本麗 近藤百々花

指導：理科部顧問 中川和倫



昨年の先輩方の研究のまとめ

①市販の天日塩から海洋性細菌の菌株を単離し
生分解性プラスチックを合成させる

⇒世界の天日塩12種類から菌株66種を得た
菌体内から生分解性プラスチック材料:PHBを抽出



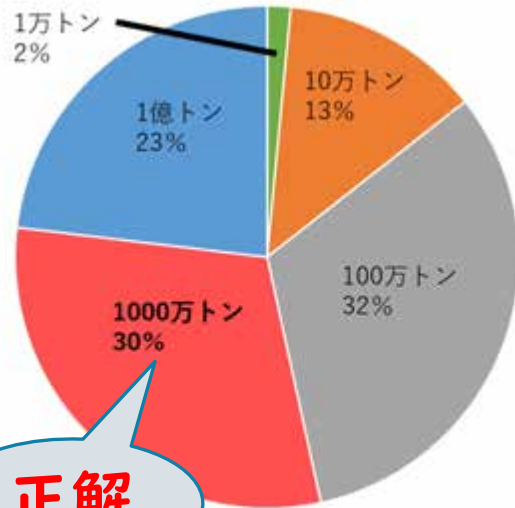
愛媛新聞2020年12月

②バイオマスプラスチック配合レジ袋の土壌中での分解
⇒配合率30%以下のレジ袋がわずかに分解するが、
配合率が高さが生分解性に反映しない<意外!>

「海の宝アカデミックコンテスト2020」マリン・サイエンス
部門での海の宝大賞、ありがとうございました!

愛媛大学附属高校の全校生徒を対象にした意識調査(約300人)

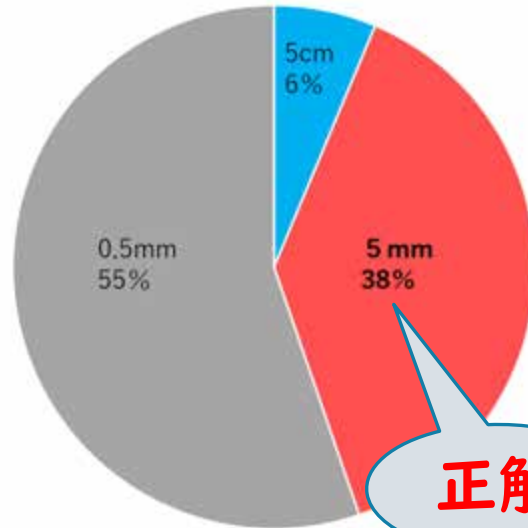
1年間に海に流入する
プラごみの量は？



正解

正答: 1000万トン
正答率: 30%

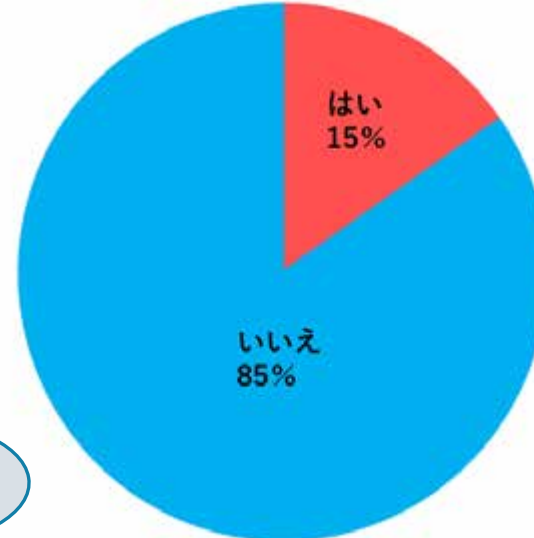
マイクロプラスチックの
定義は何mm以下？



正解

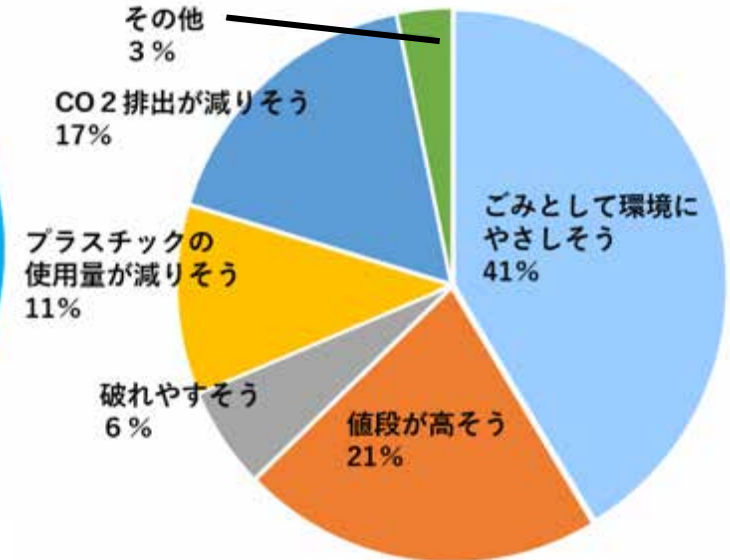
正答: 5mm
正答率: 38%

バイオマスプラスチックと
生分解性プラスチックの
違いを知っている？



バイオマスプラスチック
=生物から作る
生分解性プラスチック
=生物が分解できる

バイオマスプラスチック配合
レジ袋へのイメージは？



「ごみとして環境にやさしそう」
という意見が41%と最も多い
⇒昨年の結果から考えると疑問

過半数の生徒が間違っている

正しい知識がない→知ってもらうことが大切

【1】愛媛県の海岸でマイクロプラスチックの調査

実験1 海岸に漂着しているマイクロプラスチックの調査

波打ち際の砂を10cm×10cm×1cm、10カ所採集して海水に入れ浮いてきた5mm以下のプラスチックを採集、種類と乾燥質量を調査

⇒全体的に発泡スチロールが多い(生活ごみ、養殖漁業用品)

平野部では農業用プラスチックが特徴的(徐放性肥料カプセル)

漁村では漁業用プラスチックが特徴的(硬質プラスチック片)

※地元の産業プラごみが多い = 閉鎖海域の瀬戸内海の特徴



<https://www.google.co.jp/maps/>

地図	場所	場所の特徴	大型プラごみの漂着の有無	マイクロプラの質量(砂1L中)	見つかったマイクロプラ(砂1L中)
A	松山市・梅津寺	海水浴場	有(少ない)	0.14 g	発泡スチロール片 約20個、 徐放性肥料カプセル 約10個
B	伊予市・双海	シーサイド公園	無し	0.00 g	なし(清掃が徹底的)
C	伊方町・塩成①	漁村	有(多い)	0.32 g	発泡スチロール片 約60個
D	伊方町・塩成②	漁村	有(非常に多い)	1.98 g	発泡スチロール片 約10個、 硬質プラスチック片 約10個

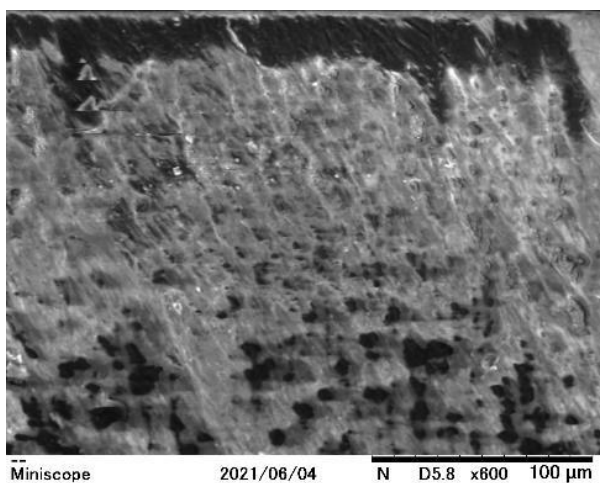
【2】電子顕微鏡によるレジ袋の分解の観察

実験2 肉眼では分からない生分解の様子を観察する

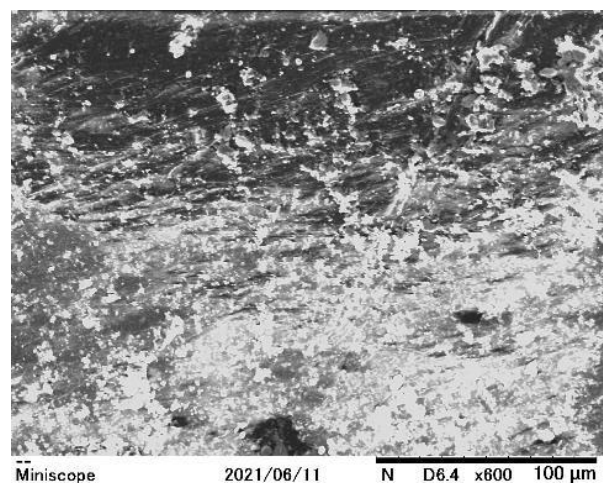
○土壌中や海の泥中に2か月埋めたバイオマスプラ配合レジ袋の変化
⇒表面部分の立体構造が平板になる変化や小さな穴を確認



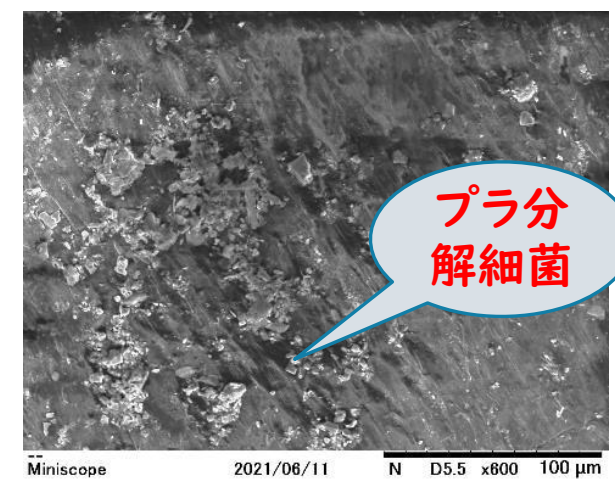
(株)日立ハイテック：
電子顕微鏡無償貸与



元のレジ袋
(凹凸あり)

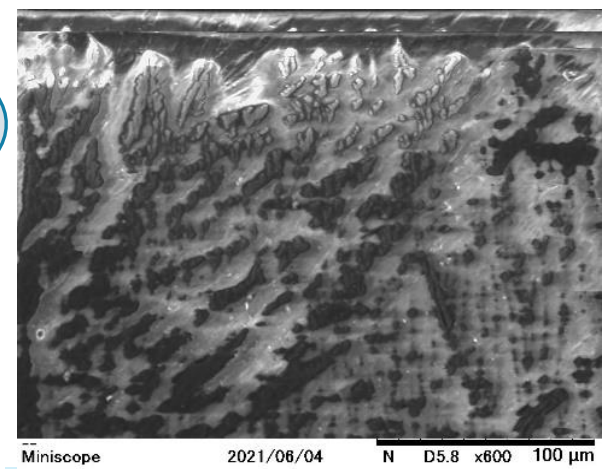


土壌分解レジ袋



海の泥分解レジ袋

穴の中にプラスチック分解細菌を発見！



紫外線照射（2か月）

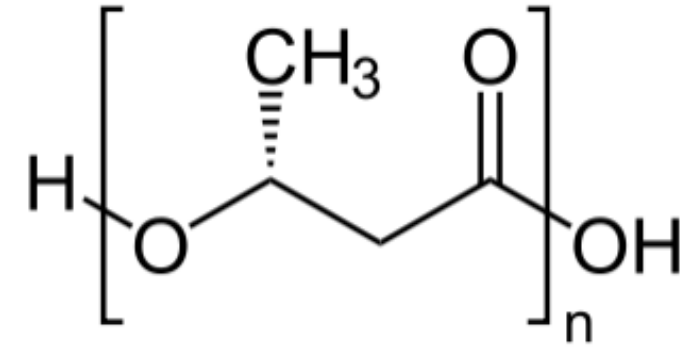
表面を引き裂いたような分解でボロボロの状態

○海の泥に埋まったバイオプラは生分解されやすいが、海面のマイクロプラは紫外線による破砕が早く起こる

【3】 海洋性細菌から得たPHBの生分解

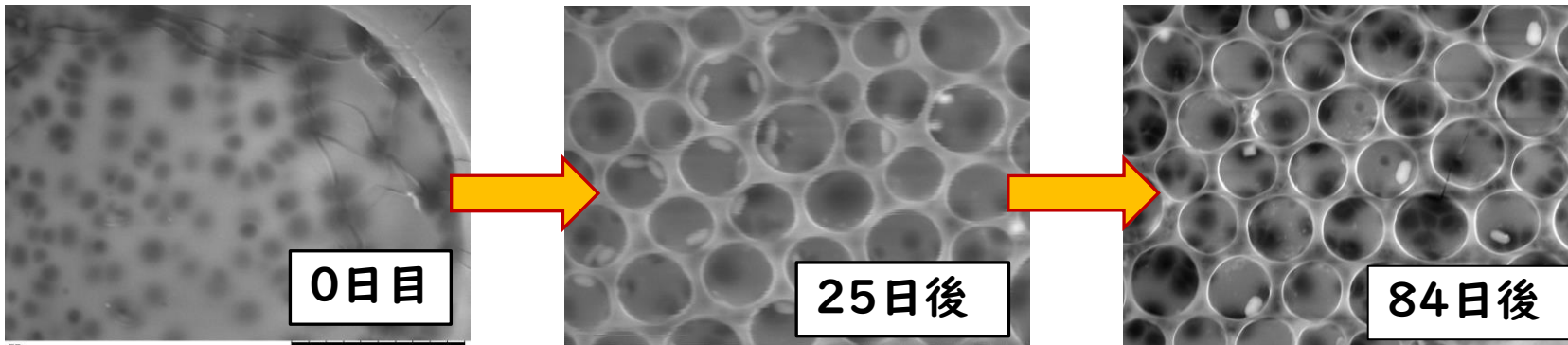
実験3 PHBシートの海洋性細菌による分解の様子を調べる

海洋性細菌の菌体内から抽出したPHBでプラスチックシートを作り、海洋性細菌による分解を電子顕微鏡で観察
⇒細菌の増殖大、分解大→増殖しながら分解したと考えられる
⇒PHBシートには**海洋性細菌による生分解性がある!**
※土壌細菌でも同様の生分解性が見られた



PHB (ポリヒドロキシ酪酸)
生分解性プラスチックの材料
細菌の貯蔵養分で生物に無害

PHBシートの蜂の巣構造が、内部の空間が広がるように分解されていく



イタリア産天日塩から単離した細菌I3-3株を使って合成したPHBは同じ細菌によって分解された

海洋性細菌が合成したPHBは、海洋性細菌によって分解される

海洋マイクロプラスチック問題の課題

- 海面のマイクロプラスチックは紫外線による破砕でマイクロ化が加速される
⇒生物に取り込まれ易くなる=**生物濃縮が促進される**
- 生分解性プラスチック化を促進しても、微生物密度が高い**泥中でなければ生分解されない** ⇒海面のマイクロプラスチックは、生分解<紫外線破砕

解決策への提言

- ① 生分解性プラスチックでも**回収システムと閉鎖環境での分解が必要**
- ② **PHBの利用**なら生体内での有害性なし(飼料や健康食品の特許出願)

大型プラはリサイクル、**使い捨て小型プラ**を生分解性プラ(PHB)に!

<例>**徐放性肥料カプセル**(直径2~3mm) ⇒県内の海浜マイクロプラスチックの約4割(東温高校調査) ⇒生分解性プラスチック化を製造企業に提案
⇒**企業の返答**:高コスト、保管時の耐久性、使用時の溶出速度調節難



今後の課題

- ・海の泥から見つけた**プラスチック分解菌**の単離と分析
- ・**漁業用プラスチック**由来の海洋マイクロプラスチックの調査
- ・河川から海洋に流入する**農業用プラスチック**の調査



- ・**コロナ禍で校外での活動が禁止**され、野外調査ができません。早く日常が戻りますように
- ・大学が**ロックダウン**され、分析の依頼ができません。早く高大連携活動が復活しますように
- ・あらゆるコンテストが**オンライン**になり、交流ができません。早く対面開催ができますように

<謝辞>

- ・2020年6月、(株)リバネス「サイエンスキャッスル研究費2020アサヒ飲料賞」に採択され、年末まで(株)アサヒ飲料の竹内曜様からリモートでご助言をいただきました。その後もご助言をいただいています。
- ・2020年6月～8月と2021年6月～8月、(株)日立ハイテクノロジーズ「理科教育支援プログラム」中国四国地区巡回校に採択され、卓上小型電子顕微鏡の無償貸与をしていただきました。
- ・2020年～2021年、愛媛大学教育学部で電子顕微鏡を利用して写真撮影をさせていただきました。また、向平和准教授からご助言をいただきました。
- ・2021年6月、(株)リバネス「サイエンスキャッスル研究費2021資源循環賞」に採択され、小玉悠然様からリモートでご指導をいただいています。
- ・2021年10月、日本農芸化学会誌「化学と生物」に、「ジュニア農芸化学会」(2021年3月)で発表した本研究の論文が掲載されました。

<参考資料>(1)「海洋プラスチック汚染—『プラなし』博士、ごみを語る」(2019)中嶋亮太(岩波書店)、(2)「特許公報(B2)第5887062号」(2016)海洋研究開発機構・信州大学・東京海洋大学、(3)「持続可能社会をつくるバイオプラスチック—バイオマス材料と生分解性機能の応用化と普及に向けて」(2020)日本化学会編(化学同人)、(4)「バイオプラスチックを作る3つの方法」wikiHow編集チーム、(5)「愛媛高校理科」第57号(2020)「愛媛県の海岸におけるマイクロプラスチックの汚染調査」愛媛県立東温高校・曾根伸(愛媛県高等学校教育研究会理科部会)、(6)「脱炭素時代のグリーン材料 バイオプラの教科書」(2021)小松道男(日経BP)、(7)日本バイオプラスチック協会HP、(8)経済産業省HP、(9)環境省HP、(10)日本農芸化学会誌(2020～2021)、ほか