

「生分解性プラスチックの分解 2024」

静岡大学教育学部附属静岡中学校

3年 堀池哲平

1 動機

現在、ごみが社会的に大きな問題になっている。中でも、投棄されたプラスチックは、完全に分解されず自然界に長い間残り続け、毎年増加し続けている。そして、このプラスチックごみが生態系に悪影響を与えていることから、SDGs: Sustainable Development Goals の解決すべき問題としても取り上げられている。つまり、現在使用しているプラスチックに代わる代替素材が必要である。

そこで私が注目したのが、生分解性プラスチックである。生分解性プラスチックは、微生物によって水と二酸化炭素に分解することができる環境に優しい素材である。しかし、生分解性プラスチックがごみとして廃棄される量に対して、分解できる量が少なければ、生分解性プラスチックのごみは増え続けてしまう。そこで、生分解性プラスチックの分解性能について実際に調査することにした。

2 研究1：黒土による分解現象の確認

(1) 研究概要

市販の生分解性プラスチックを使用して黒土による自然分解現象が確認できるか検証した。

(2) 研究内容

市販の黒土の中に生分解性プラスチックを1か月（2022/11/05～12/04）埋めて保管し、分解現象を確認した。

(3) 研究結果

図1に自然分解の確認結果をしめす。黒土に1か月保管したが、自然分解を確認することは出来なかった。



図1 黒土による確認結果

(4) 考察

期待した自然分解現象が確認できなかった原因は、土中に生分解性プラスチックを分解できる微生物がいないことが原因であると考えた。

3 研究2：コンポストの土による分解現象の確認

(1) 研究概要

黒土の代わりにコンポストの土を使用し、自然分解現象が確認できるか検証した。

(2) 研究内容

図2に本分解研究に使用した土をしめす。
黒土に家庭の生ごみや残飯を混ぜて分解させたコンポストの土を使用し、市販の生分解性プラスチックの分

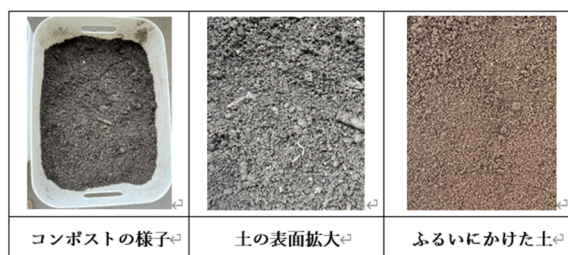


図2 分解に使用した土の様子

解確認をした。ここで、コンポストの土の状態を均一にするため、ふるいにかけた土を使用した。また、保管容器に蓋をして、室内保管とした。

(3) 材料・道具

蓋つきの容器、コンポストの土、生分解プラスチック

(4) 研究結果

生分解性プラスチックについて分解確認前とコンポストの土に4週間保管した後の表面を拡大し、比較した結果を図3に示す。観察の結果、4週間後は全体的に白く斑になり、表面にざらつきのようなものができた。しかし、明確な分解現象を確認することが出来なかった。

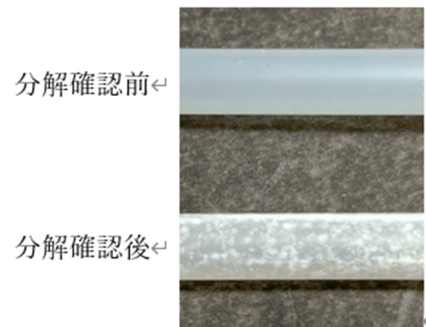


図3 分解前後の比較結果

明確な自然分解現象が確認できなかった原因は、今回の研究で使用したコンポストの土が、サラサラ状態で水分が少なく、微生物が繁殖せずに、4週間で生分解性プラスチックを分解するために必要な量の微生物が存在していないためであると考えた。

4 研究3：コンポストの土に加える水の影響調査（1）

(1) 研究概要

コンポストの土に加える水の量を変化させ、自然分解現象の変化が確認できるか比較検証した。

(2) 研究内容

コンポストの土を80gとして、それに加える水の量を10g～110gまで10gずつ変更し、分解の様子を比較した。また、同じ条件で複数回実施し、再現性を確認した。

(3) 研究結果

4週間後の生分解性プラスチックの分解

度合いを図4に示す。研究の結果、コンポストの土に水を加えることで市販の生分解性プラスチックの分解現象が確認出来た。ただし、生分解性プラスチックが大きく分解された条件は、水を加える量が30g、40g、50g、70gの時となり、水を加える量が70gよりも多いと生分解性プラスチックがあまり分解されなかった。

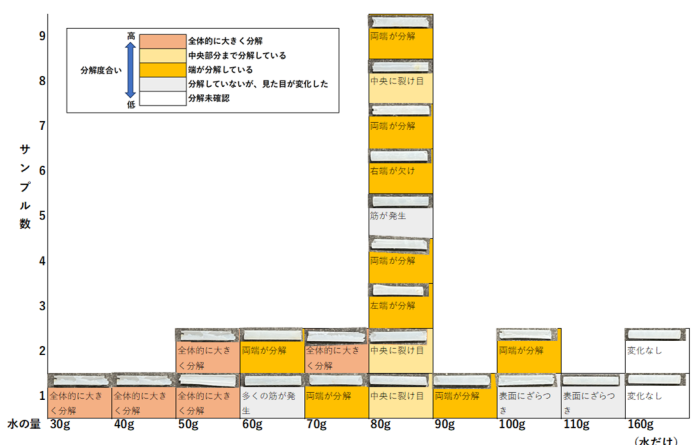


図4 生分解性プラスチックの分解度合い

(4) 考察

コンポストの土に加える水の量を変化させることで、生分解性プラスチックの状態が変化し、明確な自然分解現象を確認することができた。その理由は、土の中にいる微生物の増殖に水の量が関係しており、加える水の量を変化させたことで、その影響が出たと考える。また、水の量が多すぎても、自然分解し難くなったことから土と水の割合として適量があると考えた。土と水の割合が同一の場合でも、分解度合いが安定しない原因の1つとして、今回の研究では、土に水を加える前の水分量を確認出来ていなかったため、土と水の比率を同一にすることができず、分解結果に影響を与えたと考えた。

5 研究4：コンポストの土に加える水の影響調査（2）

(1) 研究概要

水を加える前のコンポストの土の水分量が調整できていなかったため、土と水の割合を調整する方法を見直し、改めて生分解性プラスチックの自然分解現象の確認研究を実施した。

(2) 研究内容

水を加える前の土の水分量を揃えるために、コンポストの土に水を少しずつ加えて、土から水がにじみ出る飽和状態を作成し、この状態を基本とした。そして、この土（泥）に加える水の量を変化させ、分解の様

子を比較した。

(3) 研究結果

コンポストの土（泥）175 gに対して、加える水の量を10g, 15g, 20g, 25gに変化させた土（泥）を使用し、4週間保管した後の生分解性プラスチックの様子を図5にしめす。自然分解度合いの比較確認の結果、コンポストの土（泥）175 gに対して、加える水の量が20gの時は、生分解性プラスチックが安定して分解されることを確認した。ただし、加える水の量を20gに統一しても、生分解性プラスチックの分解度合いが確認する度に変化することを確認した。

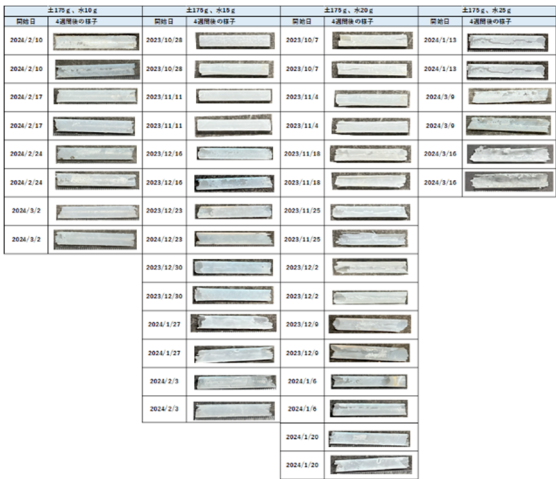


図5 分解度合いの比較結果

水を加える前の基準とする土の状態を土から水がにじみ出る飽和状態とすることで、生分解性プラスチックの分解度合いのばらつきを抑制することができた。ただし、分解度合いのばらつきは残っているため、水の量の他にも分解度合いに影響する要因があると考ええる。

6 研究5：土の量の影響調査

(1) 研究概要

生分解性プラスチックを効率的に分解するためには、できるだけ少量の土で生分解性プラスチックを分解できる方がよい。そこで、土の量を変化させた時の影響を調査した。

(2) 研究方法

生分解性プラスチック（約4cm）を埋めるコンポストの土を35 g, 70g, 105gに変化させた時の分解度合いを比較する。この時、コンポストの土に加える水の量の比率を揃えた。研究条件を以下の表1にしめす。

表1 土の量の影響調査 確認条件

管理番号：#20240113		管理番号：#20240210		管理番号：#20240309	
調査期間：2024/1/13-2/10		調査期間：2024/2/10-3/9		調査期間：2024/3/9-4/6	
1	±35 g + 水4 g	1	±35 g + 水4 g	1	±35 g + 水6 g
2	±70 g + 水8 g	2	±70 g + 水8 g	2	±70 g + 水12 g
3	±105 g + 水12 g	3	±105 g + 水12 g	3	±105 g + 水18 g

(3) 研究結果

使用する土の量を変化させた4週間後の生分解性プラスチックの様子を図6にしめす。確認の結果、土の量を変化させても生分解性プラスチックの分解度合いに明確な違いは確認できなかった。

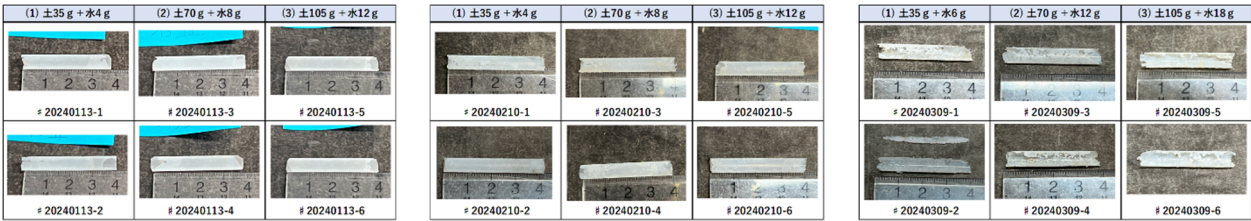


図6 土の量の影響調査 分解確認結果

(4) 考察

今回の調査では、土の量による明確な違いは確認できなかったが、一度に分解できる生分解性プラスチックの量には限界があると考えられる。調査条件を見直し、分解に適切な条件を追究したい。

7 研究6：土の保存場所の影響調査

(1) 研究概要

生分解性プラスチックを効率的に分解するために、土の保管環境を変化させ、保管環境による分解度合い

の影響を調査する。

(2) 研究方法

図7に容器保管場所の様子をしめす。生分解性プラスチック（約4cm）を埋めたコンポストの土の保管容器を、屋内（従来通り）・屋外・暗所&高温に置き、4週間保管した後の分解度合いを比較した。確認した条件を以下の表2にしめす。

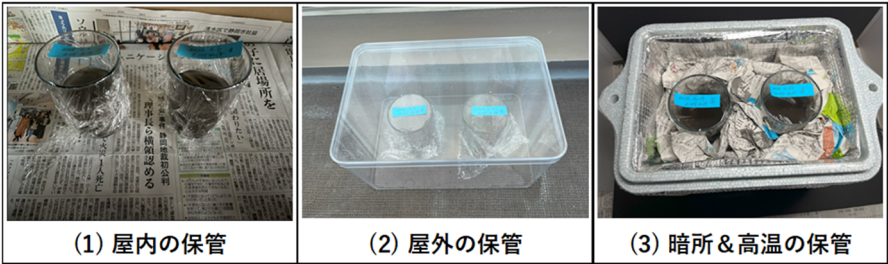


図7 容器の保管場所

表2 土の保管場所の影響調査 確認条件

管理番号：#20240504			管理番号：#20240601			管理番号：#20240629		
調査期間：2024/5/4－6/1			調査期間：2024/6/1－6/29			調査期間：2024/6/29－7/27		
1	±105 g + 水18 g	屋内	1	±105 g + 水18 g	屋内	1	±105 g + 水18 g	屋内
2	±105 g + 水18 g	屋外	2	±105 g + 水18 g	屋外	2	±105 g + 水18 g	屋外
3	±105 g + 水18 g	暗所&高温	3	±105 g + 水18 g	暗所&高温	3	±105 g + 水18 g	暗所&高温

暗所&高温の保管方法は、コンポストの土の容器を収納する発泡スチロールのケースの内側と外側に保温シートを張り付け、底に放熱パットを置き温度変化が緩やかになるように水の袋や新聞紙で隙間を埋める工夫をした。さらに発泡スチロールのケースを段ボールの箱に入れて保管した。そしてケース内の温度が測定できるように温度計を設置し、調査中はケース内部の温度が25～35℃となるように調整した。

(3) 研究結果

図8に4週間保管した後の生分解性プラスチックの様子をしめす。確認の結果、屋外と屋内の保管では、生分解性プラスチックの分解度合いに大きな違いは確認できなかったが、暗所&高温で保管した生分解性プラスチックは分解度合いが大きいことが確認できた。

(4) 考察

暗所&高温で保管した生分解性プラスチックの分解度合いが大きいことから、高い温度の方が、分解が活性化すると考えられる。今回の自作容器では、温度を一定に保つことが出来ず、測定も連続でできなかった為、調査方法を見直し、分解に最適な温度条件を調査する必要があると考える。

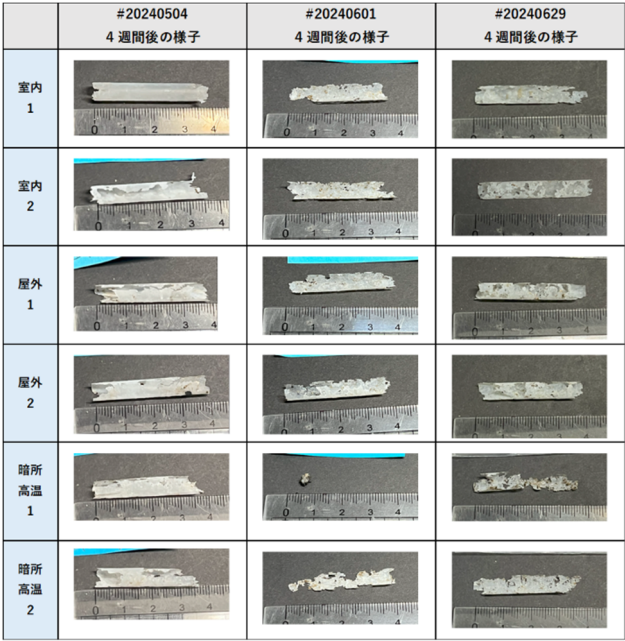


図8 保管場所の影響調査結果

8 研究7：土に埋める深さの影響調査

(1) 研究概要

生分解性プラスチックの分解度合いが土に埋める深さに影響するのか調査した。

(2) 研究方法

生分解性プラスチック（約4cm）の埋める深さを3段階に調整し、4週間保管した後の分解度合いを比較した。確認した条件を以下の表3にしめす。

(3) 研究結果

図9に土に埋める深さを調整し、4週間保管した後の生分解性プラスチックの様子を示し、図9に4週間

後の生分解性プラスチックの質量をしめす。

表3 土に埋める深さの影響調査 確認条件

管理番号：#20240706 調査期間：2024/7/6-8/3			管理番号：#20240713 調査期間：2024/7/13-8/10		
1	±175 g + 水20 g	上段	1	±175 g + 水20 g	上段
2	±175 g + 水20 g	中段	2	±175 g + 水20 g	中段
3	±175 g + 水20 g	下段	3	±175 g + 水20 g	下段

管理番号：#20240720 調査期間：2024/7/20-8/17			管理番号：#20240727 調査期間：2024/7/27-8/24		
1	±175 g + 水20 g	上段	1	±175 g + 水20 g	上段
2	±175 g + 水20 g	中段	2	±175 g + 水20 g	中段
3	±175 g + 水20 g	下段	3	±175 g + 水20 g	下段

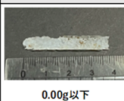
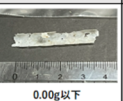
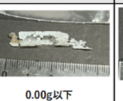
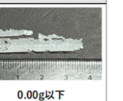
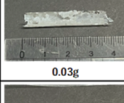
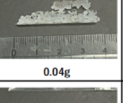
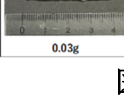
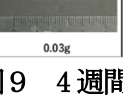
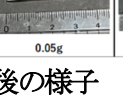
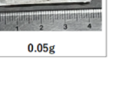
	# 20240706 4週間後の様子	# 20240713 4週間後の様子	# 20240720 4週間後の様子	# 20240727 4週間後の様子
上段	 0.00g以下	 0.00g以下	 0.00g以下	 0.00g以下
中段	 0.03g	 0.04g	 0.06g	 0.03g
下段	 0.03g	 0.03g	 0.05g	 0.05g

図9 4週間後の様子

研究の結果、中段と下段の保管では、生分解性プラスチックの分解度合いに大きな違いはなかったが、上段で保管した生分解性プラスチックは分解度合いが大きいことが確認できた。

(4) 考察

中段、下段と上段の違いとして空気に近いこと、重力により水分や比重の重いものが少ないことなどが考えられるが、この違いが分解度合いの差分原因となる理屈が不明瞭であるため、調査方法を検討し、上段に埋めた生分解性プラスチックの分解度合いが大きい理由を明確にすることで、生分解性プラスチックを効果的に分解できる条件を追究したい。

9 研究8：分解効率の良い土の追究（分解調査に使用した土の再利用）

(1) 研究概要

生分解性プラスチックの分解に適した土を調査するため、分解調査に使用した土をそのまま利用し、分解性能の差異を確認した。

(2) 研究方法

生分解性プラスチックの分解調査に利用した土をそのまま使用し、新しい生分解性プラスチック（約4cm）を埋めて、4週間保管した後の分解度合いを比較した。確認した条件を以下の表4にしめす。

表4 分解調査に使用した土の再利用 確認条件

観察結果8-1	管理番号：#20240706 調査期間：2024/7/6-8/3			→	管理番号：#20240803 調査期間：2024/8/3-8/31			→	管理番号：#20240831 調査期間：2024/8/31-9/28		
	1周目	±175 g + 水20 g	中段		2週目	1周目の土を再利用	中段		3週目	2周目の土を再利用	中段
観察結果8-5				→	1周目	±175 g + 水20 g	中段	→	2週目	1周目の土を再利用	中段

観察結果8-2	管理番号：#20240713 調査期間：2024/7/13-8/10			→	管理番号：#20240810 調査期間：2024/8/10-9/7			→	管理番号：#20240907 調査期間：2024/9/7-10/5		
	1周目	±175 g + 水20 g	中段		2週目	1周目の土を再利用	中段		2週目	1周目の土を再利用	中段
観察結果8-6				→	1周目	±175 g + 水20 g	中段	→	2週目	1周目の土を再利用	中段

観察結果8-3	管理番号：#20240720 調査期間：2024/7/20-8/17			→	管理番号：#20240817 調査期間：2024/8/17-9/14			→	管理番号：#20240914 調査期間：2024/9/14-10/12		
	1周目	±175 g + 水20 g	中段		2週目	1周目の土を再利用	中段		3週目	2周目の土を再利用	中段
観察結果8-4				→	1周目	±175 g + 水20 g	中段	→	2週目	1周目の土を再利用	中段

観察結果8-4	管理番号：#20240727 調査期間：2024/7/27-8/24			→	管理番号：#20240824 調査期間：2024/8/24-9/21			→	管理番号：#20240921 調査期間：2024/9/21-10/19		
	1周目	±175 g + 水20 g	中段		2週目	1周目の土を再利用	中段		3週目	2周目の土を再利用	中段
観察結果8-4				→	1周目	±175 g + 水20 g	中段	→	2週目	1周目の土を再利用	中段

(3) 研究結果

分解調査に利用した土をそのまま使用し、新しい生分解性プラスチック（約4cm）を埋めて、4週間保管した後の分解度合いを比較した結果を図10～図15にしめす。

いずれの確認結果においても、一度、生分解性プラスチックの分解に使用した土を再利用した方が、分解効率が向上していることが確認できた。

(4) 考察

一度、生分解性プラスチックの分解に使用した土の分解効率が向上していることから、土の成分、あるい

は土に存在する微生物の割合が、分解をする前から変化していると考えられる。調査方法を検討し、分解効率が向上した原因を追究したい。

150

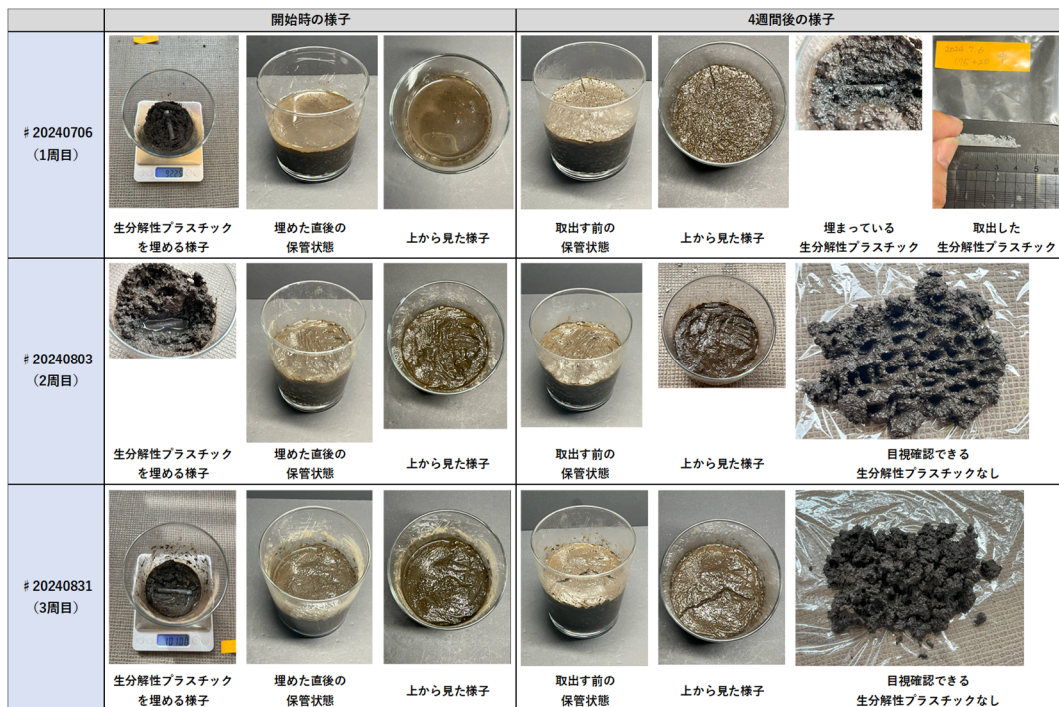


図10 観察結果8-1(#20240706-1/#20240803-2/#20240831-3)

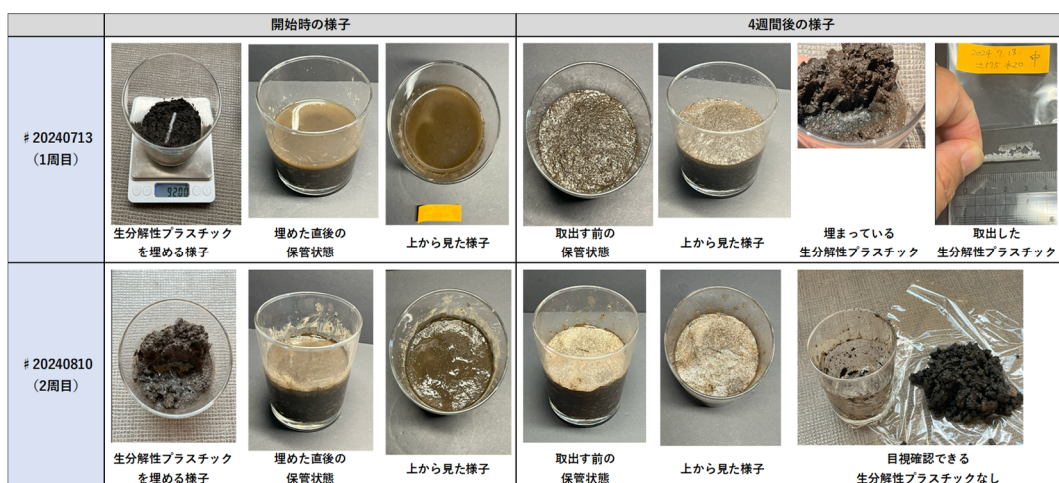


図11 観察結果8-2(#20240713-1/#20240810-2)

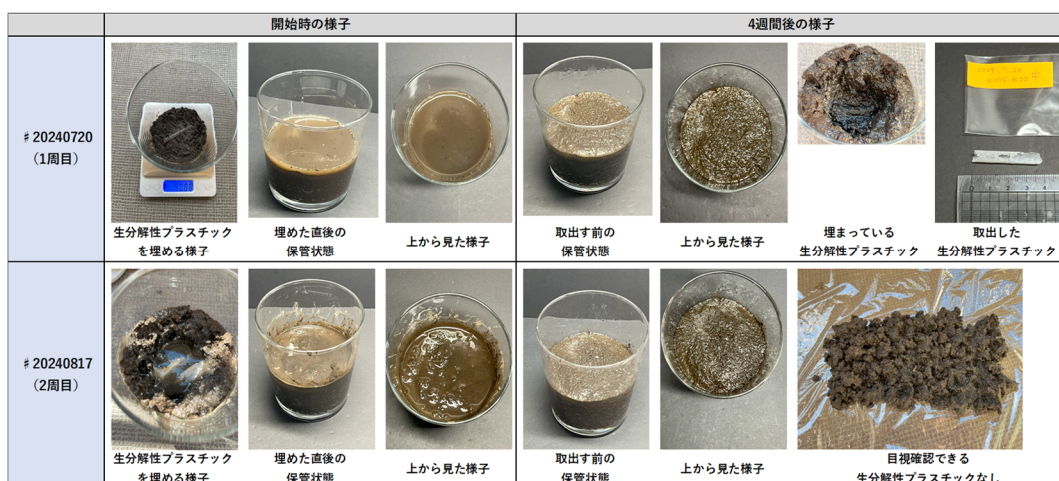


図12 観察結果8-3(#20240720-1/#20240817-2)

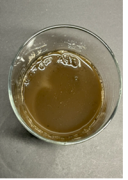
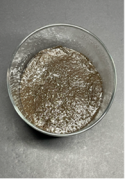
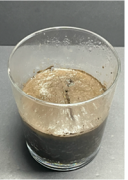
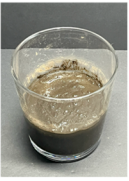
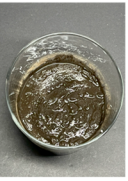
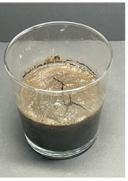
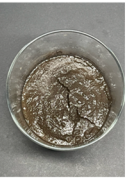
	開始時の様子			4週間後の様子			
#20240727 (1周目)	 生分解性プラスチックを埋める様子	 埋めた直後の保管状態	 上から見た様子	 取出す前の保管状態	 上から見た様子	 埋まっている生分解性プラスチック	 取出した生分解性プラスチック
#20240824 (2周目)	 生分解性プラスチックを埋める様子	 埋めた直後の保管状態	 上から見た様子	 取出す前の保管状態	 上から見た様子	 目視確認できる生分解性プラスチックなし	
#20240921 (3周目)	 生分解性プラスチックを埋める様子	 作成後の保管状態	 上から見た様子	 取出す前の保管状態	 上から見た様子	 目視確認できる生分解性プラスチックなし	

図 1 3 観察結果 8-4 (#20240727-1/ #20240824-2/ #20240921-3)

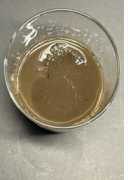
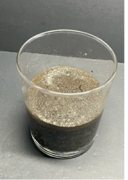
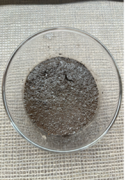
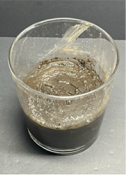
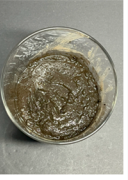
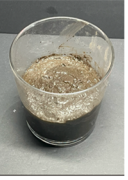
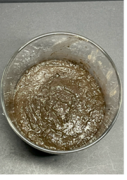
	開始時の様子			4週間後の様子			
#20240803 (1周目)	 生分解性プラスチックを埋める様子	 埋めた直後の保管状態	 上から見た様子	 取出す前の保管状態	 上から見た様子	 埋まっている生分解性プラスチック	 取出した生分解性プラスチック
#20240831 (2周目)	 生分解性プラスチックを埋める様子	 埋めた直後の保管状態	 上から見た様子	 取出す前の保管状態	 上から見た様子	 目視確認できる生分解性プラスチックなし	

図 1 4 観察結果 8-5 (#20240803-1/ #20240831-2)

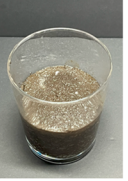
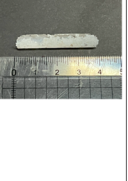
	開始時の様子			4週間後の様子			
#20240810 (1周目)	 生分解性プラスチックを埋める様子	 埋めた直後の保管状態	 上から見た様子	 取出す前の保管状態	 上から見た様子	 埋まっている生分解性プラスチック	 取出した生分解性プラスチック
#20240907 (2周目)	 生分解性プラスチックを埋める様子	 埋めた直後の保管状態	 上から見た様子	 取出す前の保管状態	 上から見た様子	 目視確認できる生分解性プラスチックなし	

図 1 5 観察結果 8-6 (#20240810-1/ #20240907-2)

10 まとめ

今回研究において、市販の生分解性プラスチックの分解現象を確認することができた。市販の生分解性プラスチックを土で自然分解する時には、

- 1) 土と水の割合
- 2) 土の温度
- 3) 土に埋める深さ

が、分解度合いに影響を与えることが分かった。また、一度、生分解性プラスチックを分解した土を使用するとより分解され易いことが分かった。

1.1 今後の展望

今回の研究をすすめ、生分解性プラスチックを効率的に分解できる条件・方法を追究する。さらに、生分解性プラスチックを分解することで発生する気体や土の変化を調査し、環境に与える影響や有効利用する方法について研究することで、生分解性プラスチックの利便性を向上させたいと考える。