

微生物のもつ力とその活用

3年4組21番 玉里 悠莉

1. はじめに

近年、取り上げられることの増えた環境問題。地球温暖化や気候変動などが挙げられるが、そのなかでも環境汚染について私は考え、研究することにした。そもそも我々が目指す自然とはなんだろうか。多くの人は緑が多い自然豊かなものと答えるだろう。このことはNACS-J 日本自然保護協会あなたが抱く自然のイメージは？（やさしくわかる自然保護1）で述べられている。まずは目指す環境をこの自然が豊かな環境というのを前提とし、現在の環境と比較したうえで、どの部分を改善したら目指すものとなるのかを考えてみよう。その方法として汚染された環境をイメージしてみよう。透明感をとうになくし、底など見えない茶色く濁った川には魚の姿はなく、水面には緑色の藻が浮かんでいる。川の淵にはプラスチックでできたペットボトルが、以前は草花が生い茂っていたであろう場所には、代わりにビニール袋が。こんな誰もが汚いと口を揃えて言うような環境は地球上に確かに存在している。この環境を修復するためにはどうしたらよいのだろうか。機械を使ってゴミの処理をしたり、ポイ捨て禁止というのをポスター等で広めるなどが思いつくだろう。しかし、これらは本当に良い方法と言えるのであろうか。森の中にどうやって大型の機械をもっていくのか。そもそもその機械のエネルギー源は地球に負荷を与えるものではないのか。その機械こそ環境破壊の一因となり得るのではないか。ポスターで呼びかけてもそのポスターは紙、つまり木からできているのではないか。これらの事を踏まえても本当に良い方法と言えるのだろうか。この環境汚染を元の状態に修復するため、多くの技術や機械を導入することがあるが、元からあるものを利用して修復を図ることはできないのだろうか。必ずしもそうでないといけないということはないのではないか。こう考えたのには理由がある。機械を自然界に介入させるのは、機械でその汚染環境を修復するためとはいえ、その行為こそが環境破壊の一因になるのではないかと考えたからである。その機械を自然、例えば森の中に入れるとするならば、その機械分の場所が必要である。もし機械が大きいならばその分必要な場所は広くなり、その分自然は消滅する恐れがあるのではないか。私はそう考えた。では他に方法はないだろうか。そこで私は義務教育課程で必ず習う微生物のもつ分解作用というものに焦点を当てた。本研究は微生物のもつ分解作用が現在我々の抱える環境汚染問題を改善する手立てになるのではと考え、微生物のもつ分解作用の能力、実際に微生物を使った研究の成果についてまとめた論文である。

2. 序論

環境汚染の修復の方法に一番良い方法というのは話し合っても結論は出ないのと思う。しかしせめて元の環境に出る被害が少ないようにするため、私は「バイオレメディエーション」という方法を紹介しよう。バイオレメディエーションとは、微生物や植物を利用し、土壌や地下水の汚染を修復する技術である。1970年代のアメリカで石油の分解に微生物を使用したのが始まりとされている。また環境展望台：国立環境研究所 環境情報メディアによると、バイオレメディエーションは、汚染土壌にもともと生育している微生物に水、酸素、栄養物質を供給して汚染物質の分解を促進させる方法（バイオスティミュレーション）と、汚

染物質の分解菌を新たに導入する方法（バイオオーグメンテーション）の2種類に大別される。バイオレメディエーションは物理化学的な処理プロセスに比べて処理に時間がかかるが、常温・常圧のためエネルギーの必要量が少ないことや低コストで汚染を処理できるというメリットがある。現在ではガソリン等の燃料油やその成分であるベンゼン、トルエン、その他の石油系炭化水素、トリクロロエチレン等の炭化水素系溶剤などの浄化に実用化されている。このほか、ダイオキシンや塩素系の残留農薬などへの応用研究も活発に行われている。（環境展望台：国立環境研究所 環境情報メディア 環境技術解説 2009年6月）

これからわかる通りバイオレメディエーションは研究も熱心に行われているが、流域圏環境管理研究プロジェクト海域環境管理研究チーム牧秀明氏(2005年)の微生物で環境をきれいにする-バイオレメディエーションとは?-で述べられているとおり、まだまだ活用率も低い。それには知名度の低さ、時間がかかるという効率の悪さが挙げられ、また高濃度汚染には不向きであり、浄化の過程で有害物質の生成の可能性があるというデメリットも存在する。そこで私は高校生でも課題解決のためにはたらきかけることができるのは知名度の低さであると考えた。この知名度の低さを解決するため、私は微生物を身近に感じてもらえるようにテラリウムをつくることにした。そしてそのテラリウムを汚染し、その汚染環境を微生物と植物の力で修復する実験を行ってみた。

3. 本論

テラリウムを作るうえで材料はできるだけ実際に自然にあるものを使うように心掛けた。土は校舎の職員玄関横から採取し、石は弓道場の入口付近にあるところから、苔は校舎周辺のものから採取した。そして石を一番下に入れ、その上に土、苔、石を入れた。一部分に雨水を入れる用の窪みを作っておく。以下は採取した場所と完成形の写真である。



教室に置いていたのでクラスメイトの注目が集まり、知名度は上がったが、実験は失敗した。実験を行った時期が夏で暑さが原因で植物が枯れたのではないかと思われる。また雨水が蒸発したことによる水分不足もあると思われるので、生き物にとっての水分の大切さを改めて知った。そのせいで私のテラリウムを用いた環境修復実験で微生物の分解作用を確認することができなかった。しかし、同じような実験方法を見つけ、行うことが出来た。それは雨水と水道水を用意し、両方にデンプンを入れて数日間放置する。そして両方にヨウ素液を数滴垂らす。そうすると微生物がデンプンを分解するため、微生物のいる雨水は紫色にならないという実験だ。その実験は成功し、雨水に元々入っていた枯れた葉も分解されていた。このことから、微生物には水質汚染を修復する能力があることが分かった。だが、これだけでは近年深刻化するプラスチック問題の解決という点でも活躍できるかどうか分からない。

そこで私は生分解性プラスチックというものを知った。生分解とは、微生物により分子まで分解し、最終的に二酸化炭素と水になって自然界へと循環していく性質のことである。つまり、生分解性プラスチックとはこの性質をもったプラスチックのことであり、NTT技術ジャーナルによると、分解速度は、製品規格、気温、微生物の量などによって異なるが、土中にそのまま埋めた場合は約2～5年でほとんどなくなり事実上分解される。(NTT技術ジャーナル2005年2月)という記述がある。既存のプラスチックの分解にかかる時間は400年～1000年以上といわれており、それと対比して考えると生分解性プラスチックでは分解にかかる時間は大幅に短縮される。このため、環境保全の観点で注目をうけており、1989年には生分解性プラスチック研究会も設立された。また日本の企業である、株式会社キラックスは三菱ケミカル株式会社と共に海洋生分解性プラスチックのレジ袋を開発、実用化させた。

生分解性プラスチックのメリットは分解の速さだけではない。本論文では、Spaceship Earth 生分解性プラスチックとは？問題点と普及率/企業の取り組みも紹介というサイトで述べられたあと2つのメリットとデメリットを紹介しよう。

1つ目は化石資源の使用量の削減だ。現在使われているプラスチックのほとんどは石油などの化石資源から製造されている。この化石資源に依存した社会は、二酸化炭素の排出などで地球環境に多くの負担をもたらしている。また環境だけではなく、石油ショックのように世界経済に混乱をもたらす恐れもある。しかし生分解性プラスチックは植物由来のものもあるため、化石資源の使用量削減が可能である。

2つ目は二酸化炭素排出量の削減。焼却するプラスチックゴミを減らすことで二酸化炭素排出量を削減することができる。生分解性プラスチックの処理方法は焼却以外でも可能だからできることだ。処理方法は主に2つあり、土壌や畑に埋めて生分解性する方法と回収して堆肥化施設で生分解性する方法だ。どちらも最終的には水と二酸化炭素まで分解される。

ここまでは生分解性プラスチックのメリットを述べてきたが、もちろんデメリットも存在する。そのデメリットがある故に生分解性プラスチックは普及していないと考えられる。

最大の問題としてコストの問題が挙げられる。生分解性プラスチックは開発や生産にかかる手間が多く、そのせいで高価になり、2020年の時点で100%バイオマス由来のPHA系プラスチックの価格は、従来のPPやPEと比較すると2倍程度とされる。これは新型コロナウイルスで不況を迎えている社会にはかなりのネックである。しかし技術が向上し、量産化が進めば価格が下がることも期待できる。また近年は環境問題の意識の向上も見られるので、将来的には世界中で普及されることも夢ではないと考えられる。

しかしプラスチックゴミのポイ捨てが進行する恐れがあると私は考える。生分解性プラスチックは確かに短時間で分解され自然界に循環されるが、だからといってポイ捨てしていいかと問われればそれは違うだろう。そのために私たちは環境に対する学びを深める必要がある。

4. 結論

結論として、微生物のもつ分解作用は現在我々の抱える環境汚染という問題の解決策のひとつとして考えることができるようになった。微生物の分解作用は他の技術に比べ、長時間であったりと課題もあるが、他より自然系を壊すことは少ない。実際に微生物を用いた環境修復技術が存在しており、バイオレメディエーションという。このバイオレメディエーションは使用もされており、始まりは1970年代のアメリカでの石油分解である。バイオレメディエ

ーションは比較的温和な条件下で低コストでの使用が可能であるが、まだ知名度が低く、前述の通り必要時間が長い。そして、高濃度や複雑な汚染物質の浄化には不向きであるなどの課題もあるが、将来の技術の進化によっては期待も高まる技術である。

そのバイオレメディエーションを広めるための一步として、微生物と植物を用いて汚染環境を修復する実験をすることにしたが、夏の暑さによって植物が枯れてしまい、失敗に終わった。その代わりとして微生物について調べていた際に微生物が二酸化炭素と水にまで分解できる生分解性プラスチックの存在を知ることができた。既存のプラスチックは分解に気が遠くなるような時間が必要となる。しかし生分解性プラスチックならば既存のプラスチックと比べてはるかに短い時間での分解が可能になる。生分解性プラスチックをはじめとした環境に優しい物で製造された物も増えてきており、生分解性プラスチックでつくられたレジ袋が日本の企業で開発された。だがそのレジ袋が使用されるのも全国規模ではなく、生分解性プラスチックはまだ普及しきってはいない。生分解性プラスチックはまだ発展途上の状態であるといえるだろう。普及の妨げとなっている理由は生分解性プラスチックのデメリットによるものだと考えられる。そのデメリットの中で最大の課題はコスト面といえるが、その課題は将来の技術の進歩があれば解決することも可能であるといえる。そのプラスチックが抱えるコスト面での課題を解決できれば、今よりも多くの企業が生分解性プラスチックを使うようになり、環境修復の手立てとなるだろう。しかし、微生物が分解してくれると思えば、反対に環境への意識が低下し、ポイ捨てなどの行為が悪化するという可能性もある。だから、私たちが本当に持続可能な社会、環境をつくりたいならば、環境に対する学びを深め、甘い考えを捨てる必要があるだろう。

5. おわりに

私はグローバル探究の授業を通して、微生物のもつ分解作用の有用性を知ることができた。以前の知識は分解できるということだけだったが、また微生物について調べるにあたり、バイオレメディエーションや生分解性プラスチックという存在を知ることができた。実験が失敗という残念なカタチで終わってしまったのは心残りだが、代わりに生分解性プラスチックについて知ることができたのは、大きな利益だったと考えている。しかし人は、でも大丈夫という考えが頭をよぎると、そちら側に傾いてしまう方が多い。分解されるという免罪符を手に入れてしまえば、人は再び自然環境から目を背けることになるだろう。生分解性プラスチックが自然環境修復の足がかりになるのか、甘い考えに弱い人の免罪符になるのかは実際に世界中に生分解性プラスチックが普及した後ではないと分からない。しかし私はプラスチックゴミのポイ捨てが再び横行しているように思える。やはり地球を守るためには人々の環境に対する考えや意識の改善が1番の薬なのだと思う。その改善にはやはり知識が必要なのだ。

これらのことから私は、学ぶことの大切さを改めて感じた。そもそも私が環境汚染の修復で微生物のことを思いついたきっかけも生物の授業で微生物について学んだからである。実験が失敗しても学ぶことをやめなかったからこそ私は生分解性プラスチックに出会えたのであり、学ぶという行為は何かしらのことをするには必要不可欠であると考えようになった。これから私は、何事もいつか役立つことと捉えて、日々学んでいきたいと思う。

6. 参考文献・出典

・NTT技術ジャーナル (2005年2月) 著者記載なし

<https://journal.ntt.co.jp/backnumber2/0502/files/jn200502068.pdf>

・環境展望台：国立環境研究所 環境情報メディア 環境技術解説 (2009年6月) <https://tenbou.nies.go.jp/science/description/detail.php?id=53>

・阪口 竜也 Spaceship Earth 生分解性プラスチックとは？問題点と普及率/企業の取り組みも紹介 (2022年8月)

https://spaceshipearth.jp/biodegradable_plastic/

・村杉 幸子 NACS-J 日本自然保護協会あなたが抱く自然のイメージは？(やさしくわかる自然保護1) (2000年3月)

<https://what-we-do.nacsj.or.jp/2000/03/1088/>

・牧 秀明 微生物で環境をきれいにする-バイオレメディエーションとは？https://www.nies.go.jp/event/sympo/2003/session/s_05.pdf