

炭化水素を生成する藻類を用いたCO₂固定とポリマー合成 H,K<科②ゼミ>

1. はじめに

今日、地球には多数の問題があり、その1つとして地球温暖化の原因となるCO₂の増加がある。現在、この問題を解決するためにカーボンニュートラルが謳われているが、カーボンニュートラルではCO₂の排出量を合計でゼロにし、現状維持に徹することしかできない。そこで、本研究では、現在注目されている「炭化水素を生成する藻類」である *Botryococcus Braunii* を利用して、光合成の反応でCO₂を吸収しながら炭化水素を生成させる。また、生成された炭化水素を用いて合成したポリマーからバイオマス由来の新しい素材を合成する。これによってCO₂の固定と新しい素材の生成を両立し、カーボンネガティブを推進するという、地球温暖化や石油危機への新たな視点を提案する。

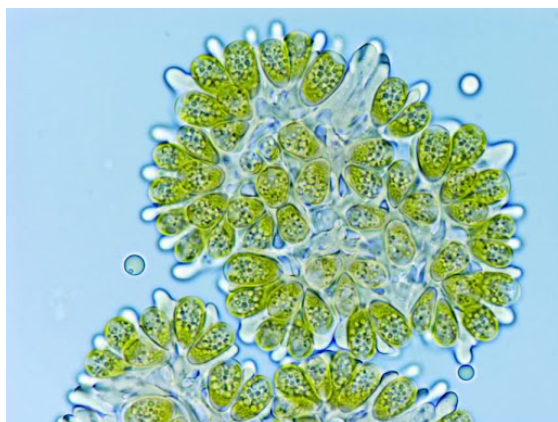


図1 *B. braunii*の顕微鏡写真

出典<http://plankton.image.coocan.jp/algae2-10.html>

2. 材料と方法

本研究は下記の4つの段階に分けられる。
1つ目は*B. braunii*の培養である。マリンフラスコに0.1%MEGASOL水溶液を加えオートクレーブにて滅菌する。その後マリンフラスコの空気導入口にフィルターを噛ませてポンプにつなぎ、そこに*B. Braunii* NIES-836株を加える。できた装置を適当な明るさで25℃に設定した恒温槽に入れ、培養する。
2つ目は炭化水素であるボトリオコッセンの抽出である。培養した*B. braunii*をヘキサンなど

の有機溶媒に侵すことで*B. braunii*が生成したボトリオコッセンが抽出できる。

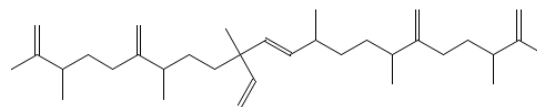


図1 ボトリオコッセンの構造式

出典

https://jglobal.jst.go.jp/detail?JGLOBAL_ID=200907063570035764

3つ目は、ボトリオコッセンのポリマーへの重合である。抽出したボトリオコッセンをアゾ重合開始剤を用いてラジカル重合することでポリマーを合成する。ポリマーには大きく分けて2種類のポリマーが存在する。1つは耐熱性に優れ、熱を加えても変形しない、熱硬化性ポリマー、もう1つは熱を加えると融解し、変形が容易である熱可塑性ポリマーである。2つのポリマーの構造上の違いは分子間で架橋が起きているか否かである。今回の場合、ボトリオコッセンの構造上、分子の末端以外にも二重結合があるため、架橋が起こりやすいと考えられる。したがって、ボトリオコッセンは熱硬化性ポリマーになる可能性が高い。
4つ目は、ポリマーを利用した新しいバイオマス由来の素材の開発である。第3段階のポリマーが熱可塑性だった場合、加熱することで変形できるという性質を利用してペットボトルやプラスチック容器などの素材にできる可能性がある。また、熱硬化性だった場合、耐熱性や耐薬品性に優れているという性質を利用して自動車の部品や電子基板などの素材にできる可能性がある。

3. 実験結果と考察

目標の第1段階にある培養は成功した。図2で示したように、培養開始時にはほぼ透明であった培養液が、3ヵ月後には*B. braunii*によって緑色に濁った。このことから、*B. braunii*の

培養は、適切な条件下に置けば、竹園高校の実験室においても培養可能であることが確認できた。目標の第2段階である抽出は行えていないが、松の葉を用いて予備実験を行った。松の葉を粉碎し、パウダー状にしてn-ヘキサンに入れることで抽出した。また、目標の第3段階、第4段階はともに有機化合物の種類によって反応が異なるため、ボトリオコッセンが手に入らないと正確な実験が行えない。しかし、ボトリオコッセンは*B.braunii*が生産する特殊な有機化合物であるため、入手ができず、実験が行えなかった。



図2 ボトリオコッカスの三ヶ月の変遷

4. 今後の研究計画

今回の研究では、目標の第1段階と第2段階の予備実験で終わってしまったので、これからも実験を続けていきたいと考えている。現在の培養状況から、近頃第2段階に移れると考えている。また、第2段階で抽出をできると、第3段階の実験もすぐに行えるようになるため、この研究は急進的に進んでいくことが示唆される。

5. 将来の展望

この研究を進めていくことで、*B.braunii*を培養し、ポリマーを生産することは、育てた木で家を作ること、木にCO₂を蓄え、家にCO₂を固定しているようなことなので、環境問題に効果的だと分かる。

また、今回の研究では、前述の通り、熱硬化性プラスチックが生産できる可能性が高い。熱硬化性プラスチックは、耐熱性に優れているため、自動車のエンジンの周りの部品や電子基板の材料にすることができるため、海洋プラスチック問題などの、プラスチックごみの投棄の問題を現状の状態に留めることがで

きる。また、仮にボトリオコッセンが熱可塑性ポリマーになっても、世界のペットボトルの5%を*B.braunii*由来のプラスチックにするとう年間250万トンのCO₂を抑制できる。

謝辞

本研究を行うために様々な協力、支援してくださった探求指導員の返町さんや、*B.braunii*の情報を教えてくださった筑波大の木村教授に心より感謝申し上げます。

参考文献

[1]渡邊 信 戦略的創造研究推進事業 C R E S T 研究領域「二酸化炭素排出抑制に資する革新的技術の創出」研究課題「オイル産生緑藻類 *Botryococcus* (ボトリオコッ カス) 高アルカリ株の高度利用技術」

https://www.jst.go.jp/kisoken/crest/research/s-houkoku/13_02.pdf (最終閲覧日2024年2月15日)

[2]Seawater-Cultured *Botryococcus braunii* for Efficient Hydrocarbon Extraction

https://journals-plos-org.translate.google.com/article?id=10.1371/journal.pone.0066483&_x_tr_sl=auto&_x_tr_tl=ja&_x_tr_hl=ja&_x_tr_pto=wapp (最終閲覧日2024年2月15日)

[3]Hydrocarbon Extraction from Green Alga *Botryococcus braunii*

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jieenerm/ix/96/1/96_29/_pdf/-char/ja (最終閲覧日2024年2月15日)

