

創成工学から学んだこと ～土からエネルギーを作り出す～

高松工業高等専門学校
高松工業高等専門学校

学生会員 ○佐々木優太
正会員 多川 正

1. はじめに

創成工学の授業において、1年間を通じて自分の興味のあることを自由に実験や調べものをする機会があった。その中で自分は環境部門に対して調べてみようと思った。環境の部門と言うことでまず気になったのは環境の授業で習っていたエネルギー問題である。石油資源、天然ガス資源、これらは日本からの産出量は少なく有限である。さらに現在石油代価エネルギーの技術開発や実用化が必要になっている。調べ物をしていくうちに新エネルギーとして水素発電、水素カーやバイオマス発電、石油の直接代わりに利用することが出来るバイオエタノールなど技術があることを知った。更に、主に嫌気性微生物を利用して、エネルギーの元となる物資を回収することが出来るということを知った。そこで自分は微生物を利用した研究をしたいと思うようになり、創成工学において自ら微生物を土から抽出してエネルギーが回収できるのかについて取り組んだ内容を報告したい。

2. 実験方法

まず微生物を土から抽出するために学校周辺の落ち葉の多い土壌より、土の回収を行なった。水道水を用いて砂を分離させ、空気とミネラル分を含んだ基質(市販のジュース)を適時与え、まず活性汚泥を培養した。活性汚泥の TOC の除去が確認された後、培養した活性汚泥を容器に入れ片方は基質を入れ、もう片方はそのままに密閉し、1 カ月近く放置して嫌気性微生物の培養条件に環境を整えた。その後、培養した微生物をバイアル瓶に入れ、窒素ガスパージを行い 4℃および 35℃の 2 条件において培養を行い、ガスクロマトグラフィを利用してガスの発生と成分を調査した。

次に培養方法の異なる汚泥に対して、同量の基質を投入し、同様にガスの発生量および成分の差異について調査を行なった。そして結果の良かった嫌気性微生物について、ご飯、紙くずなどの有機性廃棄物(ごみ)をいれ、水素やメタンガスの回収実験を行った。

3. 実験結果と考察

3. 1 活性汚泥培養実験

好気性微生物を育てる中で、土の中から取り出した直後の懸濁液について顕微鏡観察を行なったところ、多種多様の微生物が観察されたが、時間がたつにつれ数が増え種類は減っていったように感じた。長期間培養を継続するという条件は、環境の変化に富む土の中とは全く異なる。この一つの環境が長く続くことによりその環境に一番適応した生物のみが生き残り、増殖していったものと思われる。表 1 に活性汚泥の培養状況の抜粋を示した。これより、ジュースの基質投入により上昇した TOC は、約 1 週間程度で 70～100mg/L から 25mg/L 程度まで減少することが確認できた。以上の結果より、土から抽出を行なったこの活性汚泥には有機物汚染の浄化能力があるといえ、培養は成功と言える。

表-1 活性汚泥の TOC の変化 (基質：ジュース)

日	pH	温度 ℃	基質 添加量	添加前 TOC(mg/L)	添加後 TOC(mg/L)
5/9	7.4	23.1	5ml	45.9	72.1
5/16	8.0	22.5	10ml	24.4	98.9
5/23	6.9	23.3	10ml	25.5	82.5

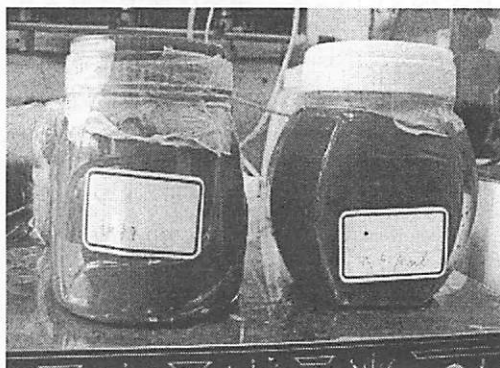


写真-1 好気性から嫌気性微生物の培養

3. 2 嫌気性微生物培養確認の実験結果

1ヶ月間、好気性微生物を写真-1に示すように、基質を添加しないで密封した系（以下、無基質と称す）と、培養に用いた基質を10mL添加した後に密封した系（+基質と称す）の2種類の嫌気性汚泥を作成した。1ヶ月後、バイアル瓶（液部:20mL, ガス部:100mL）にそれぞれの微生物を等量分注し、それぞれ35℃、4℃と二種類の温度条件において1週間培養し、ガスの発生状況と成分を調査した結果を表-2に示した。

表-2 温度の違いによる発生ガスの変化

	ガス発生量(ml)	H ₂ (ml)	CH ₄ (ml)
4℃ +基質	0	0	0
4℃ 無基質	0	0	0
35℃ +基質	0	0.009	1.133
35℃ 無基質	0	0.008	0.846

本実験では新たに基質入れていなかったため、ガスは全然発生しなかったが、35℃と高い温度で培養した実験系の方が、バイアル内のガスの成分として、エネルギーになる水素、メタンなどが確認できた。これより、1ヶ月間の培養により、最初は好気性微生物が優占であった汚泥から、水素やメタンを生成することでも知られている嫌気性微生物が活躍できるようになったと考えられた。培養温度の差異では、4℃の場合は全く何も発生していないので低温の状態では微生物は活動がにぶくなることが確かに確認できた。1ヶ月の培養時における基質の添加の有無については、発生するガスの成分を比べてみたが現段階では多少の誤差はあるもののこれといって大きな違いは無いといえる。

継続して各バイアルに基質（みかんくず）を少量添加して同じ温度で培養を継続すると、二種類の微生物に変化を見ることが出来た。無基質にて培養したものはガスの発生が観察されず、時間を置いても変化は見られなかった。一方、+基質にて培養した微生物ではバイアル瓶の倍近くのガスが発生し、ほとんど水素が検出された。以上の現象より、+基質に培養したもののほうが微生物の活性が高いのではないかと考え、この+基質にて培養した微生物を用い、ごみからのガス回収実験を計画した。

3. 3 ごみからのバイオガス回収実験結果

今回の実験では、家庭から多く排出されるご飯と紙（シュレッダー紙）を選択し、+基質にて培養した微生物に供給した。培養の結果を表-3に示した。紙を入れた瓶からはメタンが多く生成され、供給した紙はバイアル瓶の中で溶けて糊状になっていることが確認された。ご飯のほうは実験開始からの最初の二週間で72mLもガスが発生したが、紙のガス発生量は17mLと少なかったが、実験を継続するにつれ、二週間から四週間の間に60mLと大量のガスが発生した。これはメタン生成菌が増殖するのに時間がかかったか、紙を分解するのに時間がかかったかのどちらであるかと思われる。

以上のことより、簡易的な実験であるが、ジュースで培養した微生物には有機性ごみから様々なエネルギーになるガスを発生させることが可能であった。

表-3 ごみ（ご飯および紙）からのエネルギー回収結果

	気体発生量(ml)	H ₂ (ml)	CH ₄ (ml)
二週間後			
ご飯	100+72	41.825	1.261
紙	100+17	0.014	8.12
四週間後			
ご飯	100+3.4	25.982	0.765
紙	100+60	0.035	56.745

4. 結論

土の中から活性汚泥、嫌気性微生物と環境を変化させてやるだけで成長してくる生物に大きな変化が起こる。また投入する基質によっても水素、メタンなど多種の有効なガスが回収出来ることが分かった。

5. 創成工学から学んだこと

当初より微生物に対しては講義を受けたこともなく、全く知識も経験もなく、自分でやっていくことができるか心配だったけどやりきることができた。この創成の時間はとても有意義なものだったと思う。僕はこのエネルギーについてと微生物というものに興味があり、そういう事について時間をかけて実験したり調べたりと言うことは楽しく、いろんな発見があり時間が足りないぐらいだった。またこの先必要不可欠なまとめたり、発表したりする技術を身につけ、いい経験をすることができた。