

科学部の研究



実施担当者 茨城高等学校・中学校
教諭 上村 和朗

【化学部の研究 その1】 「人工光合成」の研究

1. はじめに

昨年、水の電気分解装置をつかって、「本田藤嶋効果」を検証した。今年は、その装置に二酸化炭素を導入し、人工光合成が起きているかどうかを調べた。具体的には、ホルムアルデヒドとギ酸の生成を確認できた。CO₂と水からホルムアルデヒド HCHO とギ酸 HCOOH が生成したので、酸化チタンの極板をつかうと人工光合成が起きることを確認した。

2. 実験方法について

図1のような水の電気分解装置に水酸化カリウム水溶液を入れ、二酸化炭素ボンベからガスを溶液中に導入した。ガスを導入する前後でサンプルをとり、ガスクロで分析した。(図2実験の様子)

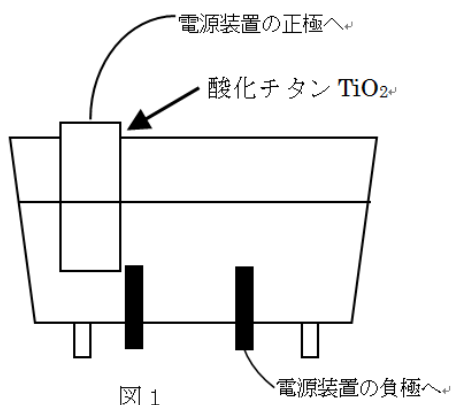


図1

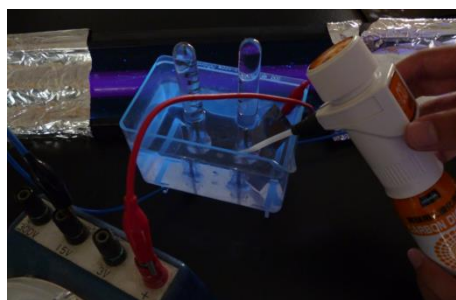


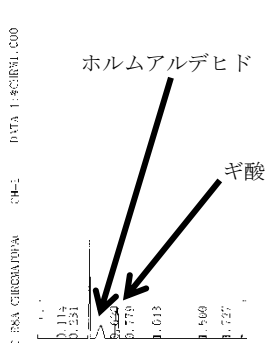
図2

ガスクロマトグラフィーでの分析法

- ① 二酸化炭素を導入する前後のサンプルは原液を用いた。
- ② ホルムアルデヒドは生物室からホルマリン液を貰い、その液をピペッターを用い300倍に希釈した。
- ③ ①と②の溶液を1.0 μ Lをガスクロマトグラフィー (GC) に導入 (インジェクション) した。
- ④ GC の条件は、本体の設定が RANGE 10²、ATTEN 1。クロマトパック C-R8A は SPEED 30、ATTEN 4 にした。キャリアーガス (N₂) 70kPa、Hydro (H₂) 60kPa、Air (空気) 50kPa。注入口温度 INJ は 250 $^{\circ}$ C、カラム温度 COLUMN は 150 $^{\circ}$ Cで実験をおこなった。カラムは信和加工株式会社 FAL-M 10%SHINCARBON A 80/100 を用いた。

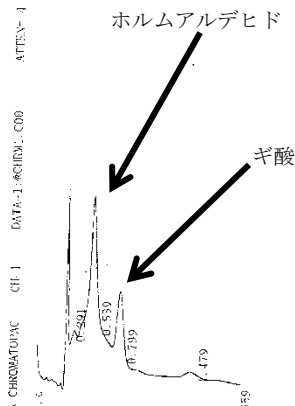
3. 結果と考察

二酸化炭素導入前 サンプルの GC チャート



二酸化炭素導入前はホルムアルデヒドとギ酸の生成はほとんど見られない。多少の山は確認できるが空気中に0.04%含まれるCO₂からの生成と思われる。

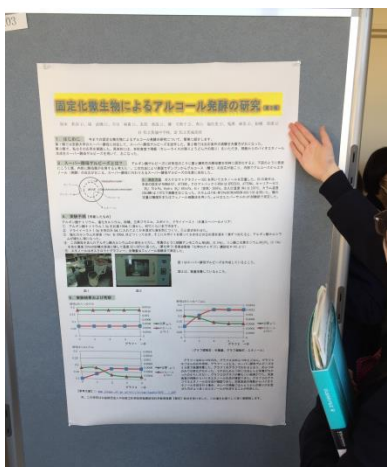
二酸化炭素導入後 サンプルの GC チャート



二酸化炭素導入後はホルムアルデヒドとギ酸の生成が確認できた。

酸化チタンを極板に用いて、水の電気分解をおこない、二酸化炭素を導入するとホルムアルデヒドが生成した。ギ酸はホルムアルデヒドが酸化して生成したものと考えられる。

【化学部の研究 その2】固定化微生物によるアルコール発酵の研究（第3報）



1. はじめに

今までの固定化微生物によるアルコール発酵の研究について、簡単に紹介します。

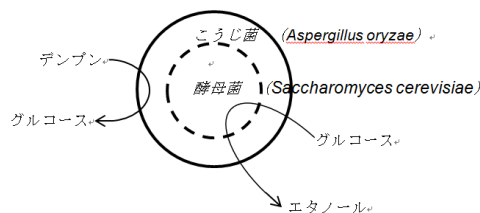
第1報では京都大学のスーパー酵母に対抗して、スーパー酵母ゲルビーズを試作した。

第2報では反応条件の実験を先輩方がおこなった。

第3報で、私はその応用を実践した。具体的には、本校食堂で残飯（カレーライスの残りとうどん汁の残り）をいただき、残飯からのバイオエタノール生成をスーパー酵母ゲルビーズを用いて、おこなった。

2. スーパー酵母ゲルビーズとは？

アルギン酸ゲルビーズに好気性のこうじ菌と嫌気性の酵母菌を同時に固定化すると、下図のように表面にこうじ菌、内部に酵母菌が生育すると考えた¹⁾。この方法により表面でデンプンからグルコース（糖化）の反応が起こり、内部でグルコースからエタノール（発酵）の反応がおこる。スーパー酵母に代わりえるスーパー酵母ゲルビーズの生産に成功した。



3. 測定方法

ガスクロマトグラフィー(GC)を用いてエタノールを定量した。GCの条件は、本体の設定がRANGE10²、ATTEN1。クロマトバックC-R8AはSPEED30、ATTEN4。キャリアーガス(N₂)70kPa、Hydro(H₂)60kPa、Air(空気)50kPa。注入口温度INJは230°C、カラム温度COLUMNは170°Cで実験をおこなった。カラムはFAL-M10%SHINCARBON A80/100を用いた。糖の定量は糖度計またはフェノール硫酸法を用いた。pHはユニバーサルpH試験紙で測定した。

4. 実験手順【用意したもの】

アルギン酸ナトリウム、塩化カルシウム、砂糖、三角フラスコ、スポイト、ドライイースト（日清スーパーカメリア）

- ① アルギン酸ナトリウム1.5gをお湯100mLに溶かし、40°Cくらいまで冷ます。
- ② ドライイースト1.0gを別の水3mLに入れてよくかき混ぜた液を別につくり、①と混ぜ合わせた。
- ③ 塩化カルシウム水溶液(1%)を300mLほどつくっておき、そこにスポイトを使ってさきほどの②の混合液を1滴ずつ加えると、アルギン酸カルシウムが硬化し球になった。
- ④ この酵母を含んだアルギン酸カルシウムの小球をとりだし、写真のように硝酸アンモニウムNH₄NO₃(0.5%)、リン酸二水素カリウムKH₂PO₄(0.1%)を含む濃度20%の砂糖水溶液に移して温度32~38°Cに保った。(夢化学21委員会監修「化学のクイズ37」講談社P143より)
- ⑤ エタノールはガスクロマトグラフィー、全糖量はフェノール硫酸法で測定した。



図 1



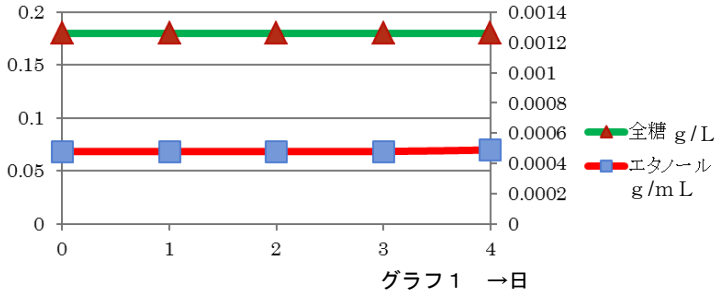
図 2

図 1 はスーパー酵母ゲルビーズを作成しているところ。

図 2 は、振盪培養しているところ。

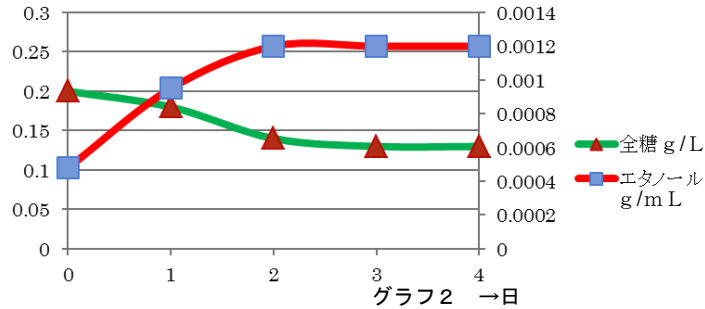
5. 実験結果および考察

培地はめんつゆのみ



グラフ 1 →日

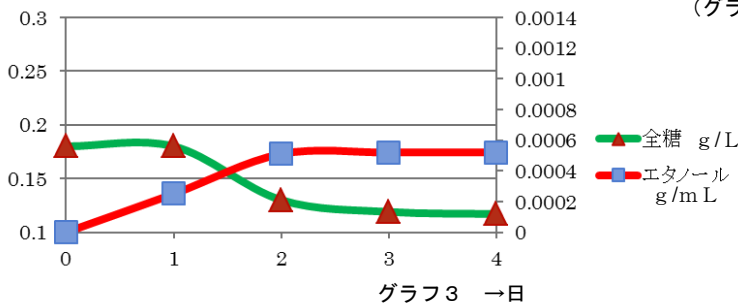
培地はめんつゆ+ごはん



グラフ 2 →日

(グラフ縦軸左：全糖量、グラフ縦軸右：エタノール)

培地はごはんのみ



グラフ 3 →日

グラフ 1 はめんつゆのみ。グラフ 2 はめんつゆとごはん。グラフ 3 はごはんのみの培地。グラフ 1～3とも、スーパー酵母ゲルビーズを39度で振盪培養した。グラフ 1のグラフでわかるとおり、めんつゆのみでは変化がなかった。うすめためんつゆにはほとんど栄養がなかったのかもしれない。グラフ 2のグラフが最もいい結果がでた。茨高食堂の残飯からバイオエタノール生成が確認できた。グラフ 3のグラフでもエタノールの生成が確認できた。茨高食堂の残飯からバイオエタノール生成を行う場合、カレーの残飯ごはんとうどんの残り汁を混ぜた方がより多くのエタノールが生成することが判明した。

【参考文献】 1) www.jstage.jst.go.jp/article/nogeikagaku1924/.../_pdf

【化学部の研究 その3】セルロース分解菌のスクリーニング

1. はじめに

化学部では、文化祭廃材からバイオエタノール製造を考え研究を続けてきた。しかし、うまくいかず。デンプンからのバイオエタノール生産の研究に切り替えて実験をおこなってきた。今年は初心に帰り、セルロース分解菌スクリーニングを行うこととした。我部では、決して実験キットは使わないということをおぼえてきたが、今回、スクリーニングキットを購入して実験をおこなった。

2. 実験方法

綿繊維をひいたシャーレにミネラル溶液を滴下し、採取した土壌を盛る。室温で直射日光の当たらない場所で培養し、乾いてきたら霧吹きで水を吹く。





土を採取している様子



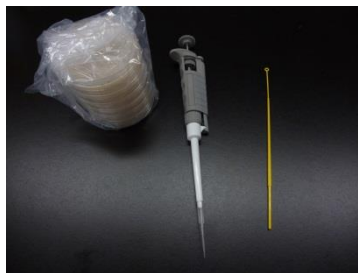
ビニール袋に土を採取



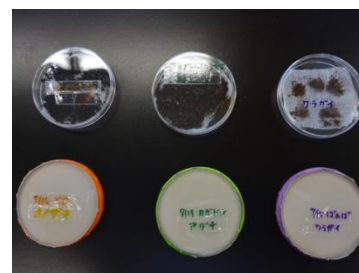
数か所で土を採取



懸濁液をつくった



リバネスのキット

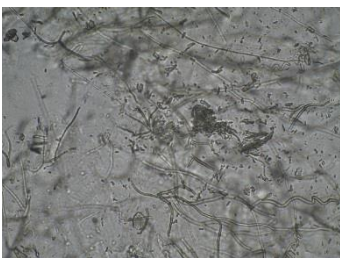


上コットン培地、下寒天培地

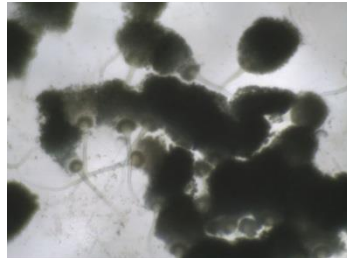
3. 実験結果

ひとつのシャーレで綿繊維に穴が開いた。寒天培地、コットン培地とも、セルロース分解能が確認できた。現在、セルロース分解能をもった菌を単離、純粋培養を試みている。

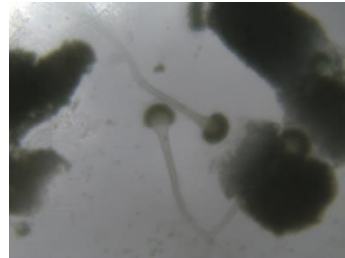
分解能をもった菌ではないと思いますが、顕微鏡で確認した微生物の写真を3枚示します。



Penicillium s.p.



Aspergillus s.p.



Aspergillus s.p.<拡大図>

以上、スクリーニング途中ではあるが、セルロース分解菌を分離し、セルロースからバイオエタノールを生産したいと考えている。

参考文献 微生物の分類と同定 長谷川武治著

謝辞

この研究は公益財団法人中谷医工計測技術振興財団科学教育振興【個別】助成を受けました。

具体的には、顕微鏡画像をモニターに映す装置（レイマー製マルチインターフェースデジタルカメラ FLOYD LIGHT アダプタセットとそれを処理するノート PC（デル製ノートパソコン Vostro3568）を貴財団の助成 20 万円で購入できました。また、リバネススクリーニングキットと研究会参加のバス代の一部も助成金をつかい支払いました。この場をお借りして深く感謝致します。