

# ウキクサで作るバイオ燃料

3629 中山拓海    3630 蜂谷英介

## <要旨>

バイオ燃料の原料は3つの種類に分けられている。ウキクサはその内のセルロース系原料に分類される。セルロース系原料はバイオ燃料にするうえで前処理を必要とするため、コストと手間がかかる。この課題を解決し、ウキクサから作るバイオ燃料は、十分に利用可能であることを証明することを目的とする。そのため、ウキクサの培養実験とウキクサからのバイオ燃料の製造実験をした。この2つの実験から、リン酸はウキクサの繁殖を促進すること、ウキクサからのバイオ燃料の製造には前処理が必要不可欠であることが分かった。

## <実験>

①-1 ウキクサの培養実験    実施期間：2016年9月14日～2016年10月14日

### 1. 目的

バイオ燃料を製造するためにウキクサが多量に必要となるので、効率的に繁殖させるために、どのような条件下で最も繁殖するかを今回の実験で調べる。

### 2. 使用した器具

- ・ウキクサ    ・畑の土    ・水田の土    ・純水    ・阿木川の水（阿木川公園より上流）
- ・阿木川の水（製紙工場より下流）    ・恵那高校のため池の水    ・ビーカー

### 3. 実験の手順

- I    a 畑の土+純水    b 水田の土+純水    c 純水    d 阿木川の水（阿木川公園より上流）  
      e 阿木川の水（製紙工場より下流）    f 学校のため池の水  
 以上の6つの異なる条件下の液体を用意する。
- II   a～fの液体に、ウキクサを3個体ずつ浮かべて、31日間培養する。

### 4. 仮説

水田でウキクサはよく見られるため、bの液体で最もウキクサは繁殖する。

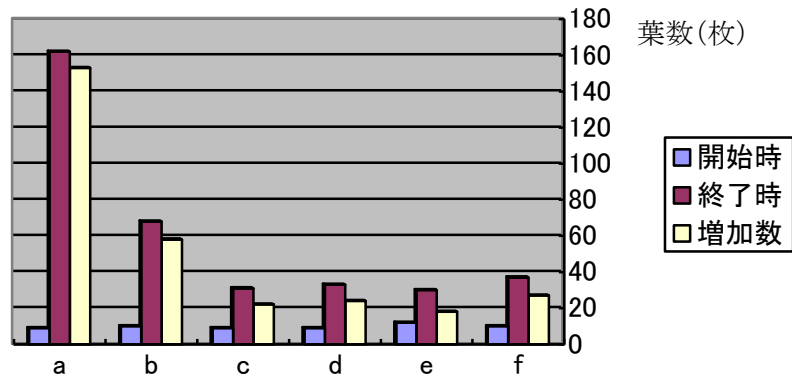
### 5. 結果

～培養実験～

実験数：1回

	実験開始時の ウキクサの葉数(枚)	実験終了時の ウキクサの葉数(枚)	葉の増加数(枚)
a	9	162	153
b	10	68	58
c	9	31	22
d	9	33	24
e	12	30	18
f	10	37	27

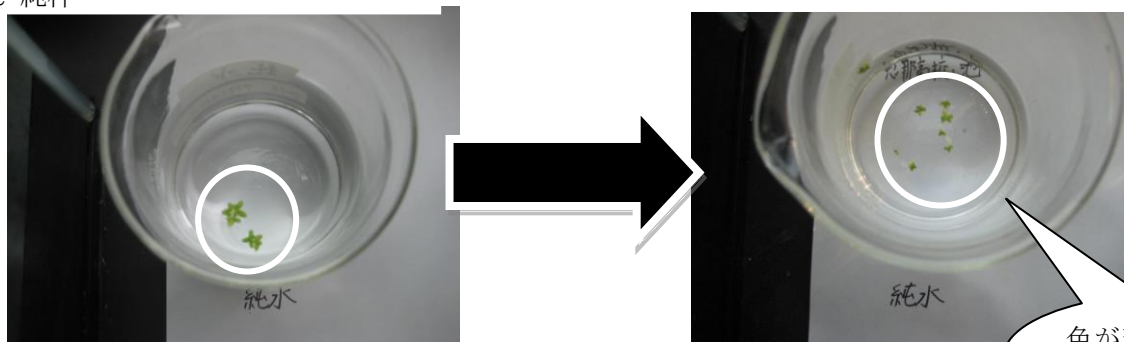
培養できたウキクサの枚数



a 畑の土+純水



c 純粋



色が薄くなり、  
枯れてしまった。

## 6. 結果に対する考察

a 畑の土+純水は、培養実験の結果より、最も葉の増加数が多かった。さらに、c 純水で培養したウキクサが終了時に枯れていたことから、液体に含まれる栄養素はウキクサの繁殖と密接に関わっていると考えられる。

### ①-2 パックテストによる成分調査

#### 1. 目的

植物の肥料の三要素として、窒素、リン酸、カリウムがある。その中で、リン酸には、植物の生長を早める効果があると知った。そこで、ウキクサの繁殖力にリン酸が関わっていると考え、パックテストによる各液体のリン酸保有量を調べた。

## 2. 使用した器具

- ・パックテスト(リン酸) ・ a b c d e f の各液体

## 3. 実験の手順

I a b c d e fの液体から必要量を採取し、パックテストを行う。

## 4. 仮説

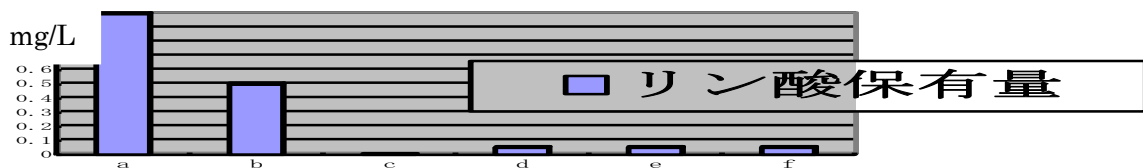
a と b では、耕作のため、リン酸を含む肥料が含まれているので、リン酸保有量が多い。

## 5. 結果

～パックテスト～

a	b	c	d	e	f
1.0	0.5	0	0.05	0.05	0.05

mg/L



## 6. 結果に対する考察

畑の土を含む液体 a が最もリン酸保有量が多く、次いで水田の土を含む b が多かった。

また、純水である c 以外は、リン酸を僅かながら保有しており、ウキクサの繁殖に影響していると考えられる。

## 7. 結論

実験①-1 及び①-2 の結果から、リン酸保有量が最も多い a でウキクサはよく繁殖した。このことから、リン酸はウキクサの繁殖を促進させる。

## ② ウキクサによるバイオ燃料製造実験 part1

### 1. 目的

＜バイオ燃料の作り方＞

① 原料を粉砕する。

② 粉砕した原料を\*糖化させる。

\*植物がエネルギーを貯蔵する目的で作られたデンプン等の多糖類が分解されて、エネルギーとして活用可能な少糖類・単糖類になる化学反応のこと。

③ 酵母菌を加えて発酵。

④ 発酵してできたアルコールを蒸留。

バイオ燃料の原料としては、次の3つが知られている。

(1)糖質原料 (さとうきび, 糖蜜, 甜菜 など)

(2)でんぷん質原料 (とうもろこし, 麦, もろこし, さつまいも, じゃがいも など)

(3)セルロース系原料 (稲藁, もみ殻, スイッチグラス, 廃材木 など)

これらのうち、現在実用に至っているのは、(1)と(2)だけである。(3)は、バイオ燃料を製造する際に、セルロースとリグニンを分離してセルロースを糖化できるようにする前処理の工程が必要である。

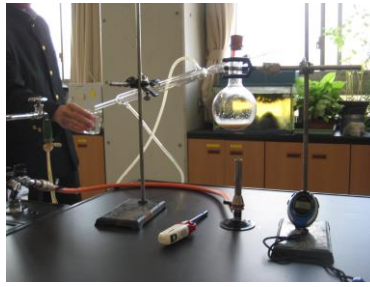
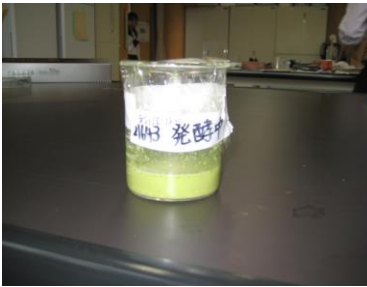
リグニンとは高等植物に含まれる高分子化合物である。これは、セルロースやヘミセルロースに絡みつくように細胞壁内に存在している。バイオ燃料を製造するためには、このリグニンをセルロースやヘミセルロースから分離し、セルロースやヘミセルロースを糖化できるようにする必要がある。この工程は、コストと手間がかかるという課題があると知った。そこで、セルロース系原料であるウキクサからバイオ燃料をつくる時、前処理が本当に必要かどうか確かめる。

## 2. 使用した器具

- ・ウキクサ 2.8g    ・米麴 3.0g    ・イースト菌 1.5g    ・純水 18g    ・電子天秤
- ・ビーカー    ・フラスコ    ・リービッヒ冷却器    ・ガスバーナー    ・三脚
- ・温度計    ・ガラス棒    ・点火棒    ・シャーレ    ・サラシラップ    ・スタンド

## 3. 実験の手順

- I ウキクサ 2.8g を粉砕する。
- II 粉砕したウキクサに、米麴 3.0g と純水を加え、混ぜる。
- III IIにイースト菌 1.5g を加え、混ぜてサラシラップで密封状態にする。
- IV IIIを1カ月常温に置いて発酵させる。
- V IVを蒸留する。



- VI Vに点火棒で火をつけ、エタノールができているかどうか確認する。

## 4. 仮説

前処理をせず、セルロースとリグニンを分離しないので、バイオ燃料はできず火はつかない。

## 5. 結果

- ・蒸留して採取した液体に火はつかなかった。
- ・蒸留して採取した液体はエタノールのようなにおいがした。
- ・発酵した際、密封したビーカーのラップは膨らまなかった（気体は発生しなかった）。

## 6. 結果に対する考察

蒸留して採取した液体に火はつかなかったので、バイオ燃料はできなかつたと考えられる。これは前処理をしなかつたからだと考えられる。また、発酵とは菌がエネルギーを得るために有機化合物を酸化して、アルコール、二酸化炭素などを生成する過程である。そのため、密閉したビーカーのサラシラップが膨らまなかつたのは、イースト菌の発酵が十分でなかつたからであると考えられる。このことから、ウキクサからバイオ燃料を製造するには前処理が必要だと思われる。

### ③ ウキクサによるバイオ燃料製造実験 part2

#### 1. 目的

②で、ウキクサからバイオ燃料を製造するには、前処理が必要不可欠とわかったので、前処理をしてバイオ燃料を製造できることを確かめる。

#### 2. 使用した器具

- ・ウキクサ 3.0g
- ・濃硫酸(95%) 8.0g
- ・水酸化カルシウム
- ・塩酸
- ・純水
- ・米麴 5.0g
- ・イースト菌 5.0g
- ・温度計
- ・スタンド
- ・三脚
- ・フラスコ
- ・リービッヒ冷却器
- ・ビーカー
- ・シャーレ
- ・試験管
- ・pH 試験紙
- ・ガスバーナー
- ・駒込ピペット
- ・点火棒
- ・サランラップ
- ・電子天秤

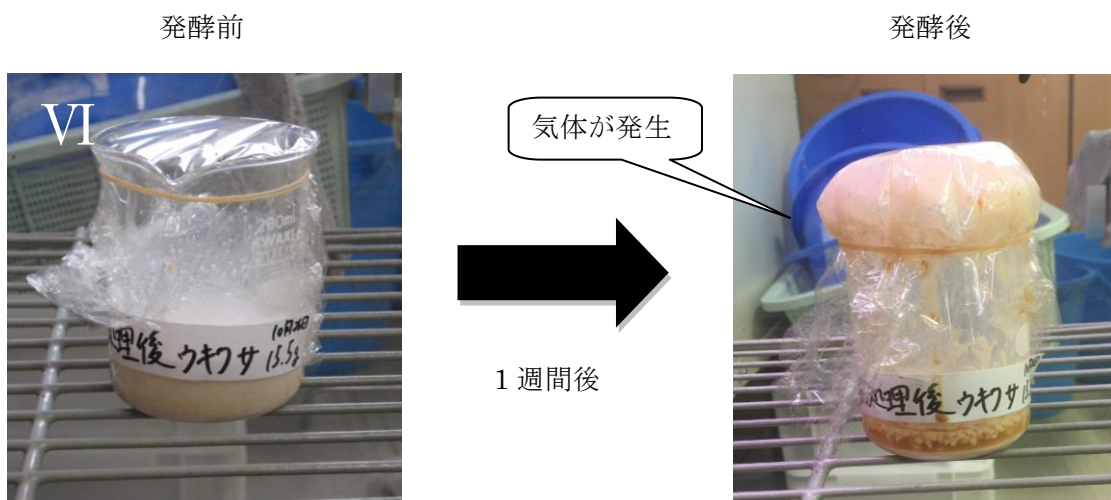
#### 3. 実験の手順 (I～V：前処理の工程)

- I 95%濃硫酸を、濃度 75%になるように純水で希釈する。
- II 濃度 75%の硫酸 8.0g を、ウキクサが入ったビーカーに入れ、40℃で湯煎しながら 15 分間攪拌する。
- III 15 分攪拌したら、硫酸濃度が 15%になるように純水を加える。ラップして密封状態にする。
- IV 加水後、90℃で 35 分湯煎しながら攪拌する。
- V このままでは酸性でバイオ燃料の材料としては使えないので、水酸化カルシウムで中和する。
- VI Vで作った液体に、米麴 5.0g とイースト菌 5.0g を混ぜ、ラップをして一週間発酵させる。
- VII VIの液体を蒸留して、採取した液体に点火棒で火をつけ、エタノールができているかどうか確認する。

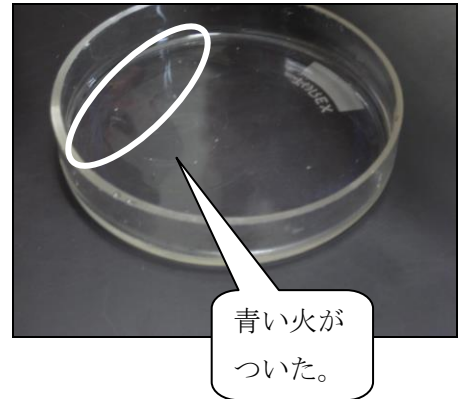
#### 4. 仮説

前処理をしてセルロースとリグニンを分離するため、バイオ燃料は製造できる。

#### 5. 結果



- ・蒸留して採取した液体に火はついた。
- ・発酵後、サランラップが膨らんだ（気体が発生した）。
- ・気体を石灰水に通すと白く濁った。
- ・蒸留して採取できた液体は極微量だった。
- ・蒸留して採取した液体はアルコールのようなにおいがした。



## 6. 結果に対する考察

蒸留して採取した液体に火はついたため、バイオ燃料はできたと考えられる。これは、②の実験と比較して、前処理をしたからだと考えられる。また、発酵後のビーカーのサランラップが膨らんでいたため、内部に気体が発生したと考えられる。これはイースト菌が十分に発酵したからだと思われる。このことから、ウキクサからバイオ燃料を製造するには、セルロースとリグニンを分離する前処理の工程が必要不可欠である。

## 7. 結論(まとめ)

- ・リン酸はウキクサの繁殖を促進する。
- ウキクサを効率よく繁殖するためには、リン酸を多く含む環境を用意するとよい。
- ・セルロース系原料をバイオ燃料にするためには、前処理が必要である。

## ④ 越冬芽誘導実験及びバイオ燃料製造実験

### 1. 目的

私たちは、バイオ燃料を前処理の工程を省くにはどうするか考えました。そこで、糖化处理に着目しました。糖化とは、植物がエネルギーを貯蔵する目的で作りに出したデンプン等の多糖類が分解されて、エネルギーとして利用可能な少糖類・単糖類になる化学反応のことである。越冬芽には大量の少糖類・単糖類が含有されているため、糖化をせずにバイオ燃料を生成しようと試み、越冬芽を誘導する実験を行いました。

### 2. 使用した器具

- ・ウキクサ 100株
- ・純水 34.4g
- ・アセトン 7.00 cm<sup>3</sup>
- ・アブシシン酸 4.80 mg
- ・ビーカー
- ・温度計
- ・電子天秤
- ・段ボール

### 3. 実験手順

- I ウキクサを100株採取する。
  - II ビーカーに純水 34.4g とアセトン 7.00 cm<sup>3</sup>を加える。
  - III IIにアブシシン酸 4.80 mgを入れて2週間放置する。
  - IV 暗所を作るために、IIIに段ボールをかぶせる。
- ※ウキクサが光発芽種子である場合、発芽してしまうのを防ぐため。
- V 経過観察する。

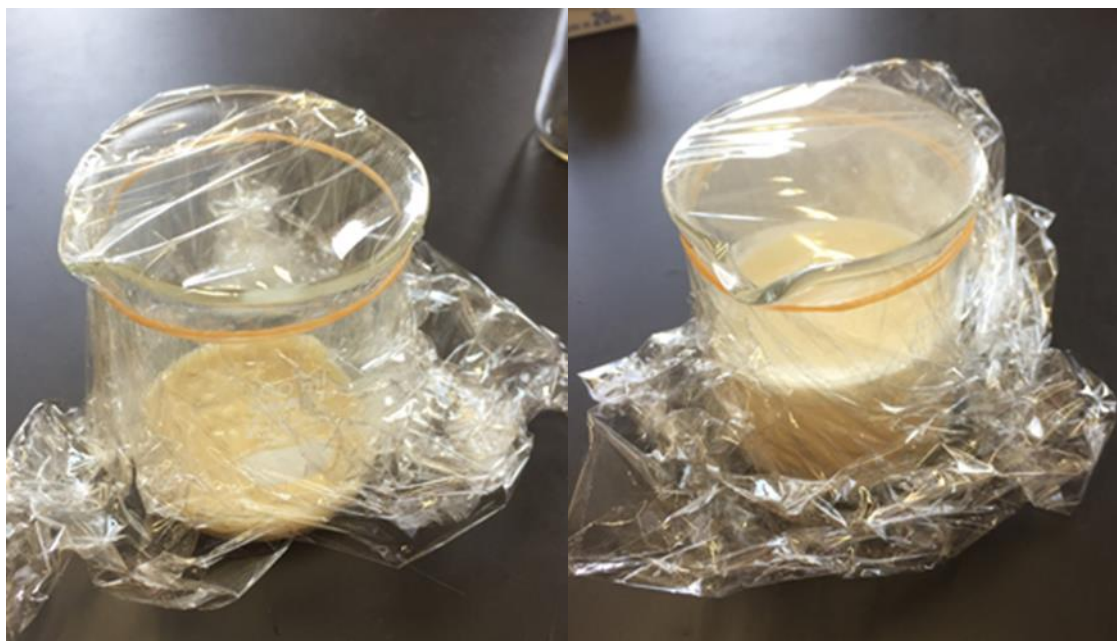
VI Vでできた越冬芽 100 株と前処理を行った通常のウキクサ 29.3g を発酵させる。

VII VIを蒸留する。

VIII 蒸留した液体に点火棒を近づけ、火がつくことを確かめる。

#### 4. 仮説

越冬芽には、大量の少糖類・単糖類が含有されているため、糖化させずにバイオ燃料を生成することができる。



#### 5. 結果

前処理ありのウキクサも、越冬芽を誘導して前処理をしなかったウキクサも共に火はつかなかった。

#### 6. 結果に対する考察

越冬芽誘導実験では、調べたものの、越冬芽の形状がわからなかったため、誘導に成功したかどうかも分からなかった。越冬芽で作った発酵液からは、バイオ燃料を製造することができなかった。また、前回の実験でバイオ燃料製造に成功した前処理ありのウキクサも、火はつかなかった。バイオ燃料の製造自体が失敗してしまった可能性もある。このことから、私たちは同様の条件でもう一度実験を行っていかねばならないと感じる。

#### 7. 結論（まとめ）

- ・バイオ燃料の製造に失敗していた。
  - 以前行ったバイオ燃料製造実験では、貼ったサランラップも膨れ上がっていた。しかし、今回の実験では、貼ったサランラップは膨れ上がっていなかった。以前バイオ燃料の製造実験で用いた前処理後の溶液を使用したため、糖化あるいは発酵段階に問題があったと思われる。
- ・越冬芽誘導実験で用いたウキクサからバイオ燃料はできなかった。
  - 越冬芽誘導実験が成功したかどうか不明なため、越冬したウキクサは糖化処理なしでバイオ燃料を製造できるかどうかはわからない。

～これから～

- ・越冬芽誘導方法に解明  
→アブシシン酸を用いずに越冬芽を誘導する方法の解明
- ・バイオ燃料製造の成功率の向上  
→前処理を行ったウキクサからバイオ燃料を作る場合

#### 参考文献

<http://www.meti.go.jp/committee/materials/downloadfiles/g70927c03j.pdf>

＜バイオ燃料の導入にむけた課題について＞資源エネルギー庁 経済産業省

<https://www.env.go.jp/council/06earth/y060-49.html>

＜中央環境審議会地球環境部会第111回議事次第＞環境省

<http://sustainablejapan.jp/2014/08/09/biofuel/11532>

＜バイオ燃料の種類・実用性・課題＞サステナビリティニュースメディア

<http://school.gifu-net.ed.jp/ena-hs/ssh/H23ssh/sc3/31132.pdf>

＜糖含有物から効率よく糖を取り出す方法を探る＞恵那高校平成23年度 ssh31132