

イシクラゲの有効利用

3620 鈴木孝誠 3501 安藤史陽

要旨

私たちの身の回りに多く存在しているイシクラゲを有効に利用するため、成長実験、光合成実験、呼吸実験を行い、イシクラゲはゆっくりとだが水と光と空気のみで成長すること、二酸化炭素を排出せずに酸素のみを排出すること、栄養のない土地に多く生息していることが分かった。その後、有効利用実験としてイシクラゲでのバイオエタノールの生成を試みたが、イシクラゲはセルロースをほとんど含まない又は全く含まないので、エタノールを生成することは難しいと考えた。

1. 目的

身の回りに多く存在しているが、有効利用されていないイシクラゲが何かの役に立たないかと考え、イシクラゲについて調べることにした。

2. イシクラゲについて

イシクラゲはネンジュモ属に属する原核生物であり、光合成と窒素固定からエネルギーを得ている。またイシクラゲは極度に乾燥することによって、個体の周りを細胞外多糖で覆うことにより高温・低温環境、pH3～13まで耐えることができ、過酷な環境で生存することが可能。日本の各地で食用とされている。

3. 各実験の説明

【成長実験】

1回目

○目的

イシクラゲを利用するにおいて、どのような環境でどれくらいの速さで成長するかを確認する。

○使用した器具・装置

- ・イシクラゲ 5.0g
- ・純水 30ml
- ・ハイポネックス 1/2000 倍希釈
- ・シャーレ
- ・メスシリンダー
- ・人工気象器

人工気象器の設定：昼) 時刻 8:00～, 気温 25℃, ライト 2
夜) 時刻 19:00～, 気温 12℃, ライト 0

○手順

5.0g (乾燥重量) のイシクラゲをシャーレに入れ毎日 30ml の純水を与え、人工気象器に2週間入れたのち乾燥重量を計測する。またもう一つ同じ量のイシクラゲのシャーレを用意し、窒素系肥料であるハイポネックス (2000 倍に希釈したものを使用) を純水の代わりに与え、その乾燥重量の計測によって成長を観察する。



(写真 1 : 実験の様子)

○仮説

イシクラゲは水と空気と光のみで細胞分裂によって成長し、肥料を与えるとより早く成長する。

○結果

イシクラゲの重量に変化は見られなかった。また、ハイポネックスを与えたイシクラゲは色が褐色に変化しジェル状となり、イシクラゲ特有の海藻のような匂いがしなくなっていた。

○考察

イシクラゲの成長は5.0gでは見られず、かなり遅いものであると分かった。またイシクラゲは窒素系肥料を与えられると体組織に何らかの変化が起こることが分かった。次回は使用するイシクラゲの重量を増やして実験を行う。また、イシクラゲに何が起こったのかを調べるために光合成実験を行った。

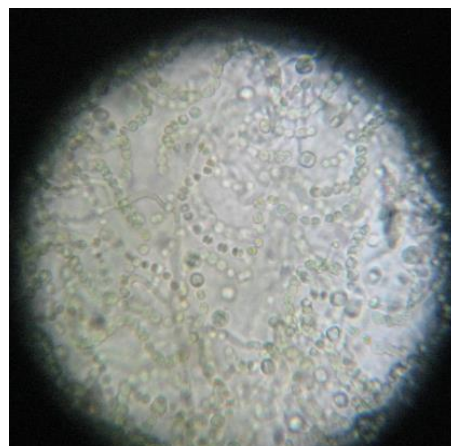
2回目

○目的

人工気象器の故障により人工気象器を使った実験ができなくなってしまったこともあり、人工気象器ではなく自然光での成長を観察する。

○使用した器具・装置

- ・イシクラゲ 10g (乾燥重量) ・純水 200ml
- ・バット ・メスシリンダー



(写真 2 : 数珠状細胞の様子)

○手順

バットに 10g (乾燥重量) のイシクラゲを重ねないように入れ、純水 200ml を週 3 回イシクラゲが浸りきらない程度に与え、その後乾燥重量の計測によって成長を観察する。

○仮説

イシクラゲが今までの実験と違って個体同士が重なっていないため光が当たる面積が大きく、自然に近い適度な水分量であるためよく成長する。

○結果

重量の差は見られず、やはりイシクラゲの成長はかなり遅いことが分かった。しかし、少し変色し粘性が出た部分があった。実験に用いていないイシクラゲと粘性のイシクラゲと粘性のでていないイシクラゲの 3 つを用意し、そのイシクラゲの数珠状細胞を無作為にそれぞれ 10 個ずつ選びだし、顕微鏡を用いて細胞の数を数えた。

表 1：実験に用いていないイシクラゲ（ひとつの数珠状細胞に含まれる細胞の数）

11	27	12	36	31	68	24	42	7	13	
									平均	27.1

単位（個）

表 2：粘性の出なかったイシクラゲ

16	31	11	16	28	25	26	24	18	11	
									平均	20.6

表 3：粘性の出たイシクラゲ

35	41	37	43	60	52	28	34	46	46	
									平均	42.2

一つごとの数珠状に連なった細胞の数が飛躍的に増加しており、このことからイシクラゲは成長していることが観察された。

○考察

人工気象器を用いた実験時よりも明確な成長がみられたのは、自然に近い水分量が要因であると考えられる。しかし、まだ重量の変化が見られるほどの成長は確認できていないので、次回はさらに重量を増やしこの水分量で人工気象器のなかで成長実験を行う。また成長に大きく関係していると思われる粘性の部分は細胞外多糖だと考えられるので、細胞外多糖についても今後調べていきたい。

【光合成実験】

○目的

イシクラゲは外見から生死の判断が難しいため、光合成を行っているかどうかを調べることでイシクラゲの生死を判別する。

○使用した器具・装置

- ・イシクラゲ ・純水 250ml ・炭酸水素ナトリウム 200mg ・ビーカー
- ・ストップウォッチ ・ライト

○手順

ビーカーに 200ml の純水を入れ炭酸水素ナトリウム 250mg を加える。そのビーカーにイシクラゲをひとかけら入れライトに当て、気泡が 5 つ観察されるまでの時間を計測し、光合成の有無を判定する。



(写真 3：実験の様子)

○仮説

イシクラゲは水と光と二酸化炭素で光合成するため、気泡が発生する。

○結果

気泡が5つ観測されるまでの時間

1回目	2回目	3回目
10分5秒	7分28秒	4分49秒

○考察

このことから仮説通りに光合成していることが確認できた。また、2回目の成長実験でハイポネックスを用いて変色したイシクラゲにも同様の光合成実験を行ったところ、30分経過しても気泡が見られなかったため光合成活動を行っていないことが分かった。このことからイシクラゲが死んでいることが分かり、窒素系肥料を与えるとイシクラゲは死ぬことが判明した。また、この実験によりイシクラゲの生死の判別ができることが分かった。

【イシクラゲの生息場所】

○目的

身の回りのイシクラゲが多く生息している場所の共通点から、イシクラゲの生育に必要な条件を見つける。

○仮説

イシクラゲはコケ類と同じような、日当たりが悪く湿った場所に生息している。

○方法

身の回りのイシクラゲが生息している場所を観察する。

○結果

イシクラゲは日当たりの良し悪しに関係なく、グラウンド、側溝、道路などのさまざまな地域に固まって生息しているが、森などのほかの植物が多い場所には生息していない。

○考察

この結果は、イシクラゲが窒素系の栄養に弱いという結果にも合致する。これらことからイシクラゲは栄養が豊富でない土壌であればどこでも生息する可能性があると考えられる。

【呼吸実験】

○目的

次の光合成実験を行うに当たって、イシクラゲから放出される気体が酸素のみであることを証明する。

○使用した器具・装置

・イシクラゲ ・試験管 ・ゴム栓 ・石灰水



(写真4：実験の様子)

○手順

試験管に石灰水を入れ、その中にイシクラゲをひとかけら投入しゴム栓でふたをする。この状態で暗室に5日間放置し、その後試験管を振って様子を観察する。これを5つの試験管で行う。

○仮説

イシクラゲは嫌気性生物であり、嫌気呼吸をする。

○結果

すべての石灰水に変化は無かった。

○考察

イシクラゲは嫌気性生物であり、好気呼吸をしない。

イシクラゲの有効利用についての実験

【バイオエタノール生成実験】

○目的

イシクラゲを原料としたバイオエタノールを作り出し、エネルギー資源問題や地球温暖化問題の軽減を目指す。

○仮説

イシクラゲにも細胞壁が存在するため、細胞壁を形成しているセルロースからバイオエタノールを生成することができる。

○使用した器具・装置

前処理 ・イシクラゲ ・温度計 ・ガスバーナー ・駒込ピペット ・ガラス棒 ・pH計
・95%濃硫酸 ・水酸化カルシウム ・ろ紙 ・ろうと ・米麴 ・イースト菌
蒸留 ・前処理後の液体 ・ガラス棒 ・枝付きフラスコ ・ゴム栓
・温度計 ・リービッヒ冷却器 ・ビーカー ・沸騰石
その他 ・ユーティリティライター
・シャーレ

○手順

- ①95%濃硫酸を、濃度が75%になるよう純水で希釈する。
- ②濃度75%の硫酸10gを、粉碎したイシクラゲが3.0g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。
- ③その後、硫酸濃度が15%になるように純水を加え、90℃で湯煎しながら35分間攪拌する。
- ④水酸化カルシウムで中和し、生成された塩等をろ過して取り除く。
- ⑤米麴・イースト菌を入れ、かきまぜた後、ラップをして常温で3日間ほど放置する。
- ⑥米麴等をろ過して取り除いた後、蒸留し、そのときに生成された液体がエタノールであるかを火を近づけた際に燃えるかどうかで確認する。

○結果

エタノールの沸点付近で加熱し続け蒸留を試みたが、液体は出てこなかった。その後わずかに出てきた液体に火を近づけたが、その液体は燃えなかったため水であると考えられた。この実験を2回行ったが、同じ結果となった。

○考察

イシクラゲにセルロースはほとんど含まれていない、もしくは全く含まれていない、よってイシクラゲを用いてバイオエタノールを生成することは難しいことが分かった。バイオエタノールは主にトウモロコシなどの植物から生成されるが、イシクラゲは原核生物であるといった条件の違いが原因でバイオエタノールが生成できなかったのだと考えられた。今回の実験の失敗にイシクラゲの量が少なすぎたなどの他の原因があったかどうかについても、今後追求していきたい。

4. 全体の考察

3回の成長実験からイシクラゲは水と酸素と光を用いて光合成を行い成長するが、その速度は非常に遅く、肉眼で確認できるほどの成長は見られないことが分かった。また光合成実験と呼吸実験から、イシクラゲは好気呼吸をおこなわず、酸素のみを放出していることが分かった。ハイポネックスを用いた成長実験から、イシクラゲは窒素系の栄養に弱いことが分かった。そのこととフィールドワークから、イシクラゲは栄養が豊富でない土壌ならばどこでも生息し、栄養が少ない土地で栽培がしやすいことが分かった。またイシクラゲは窒素固定をするため、栄養が少ない土地でイシクラゲを撒くなどによりほかの植物が育つのを助けるのではないかと考えられる。これらのことは砂漠などの食料問題の解決につながる期待できる。

その後行ったバイオエタノール生成実験によって、イシクラゲを用いてのバイオエタノールの生成は難しいと考えられ、イシクラゲをもとに燃料を生成するのは現実的ではないことが分かった。今後、その他のイシクラゲを有効利用する方法について調べていく。

5. 今後の展望

今後はイシクラゲがさらに早く成長する環境の調査、イシクラゲの保水力の調査や、食材としての利用価値の調査を行う。さらに、イシクラゲを土壌の代わりとして用いたり、粉碎したイシクラゲを土壌に混ぜたりするなどのイシクラゲを用いた植物の生育実験などもしていきたい。また、他の植物との光合成量の比較をするなどして、イシクラゲが二酸化炭素の削減に繋がるかどうか調べていきたい。

6. 参考文献

○横山, 和平・河野, 伸之・丸本, 卓哉 (2005), 「Nostoc 属シアノバクテリアが形成するアグリゲート(イシクラゲ)の物理・化学的ストレスに対する抵抗性」『土と微生物』, 59 (1), p. 3-7, 日本土壤微生物学会

○県立静岡高等学校科学部 (2010), 「いろいろな光合成生物の光合成と呼吸」