

わかめの生殖と明暗周期の関係

宮城県仙台第三高等学校

近年、三陸産わかめの収穫量が2013年から2019年にかけて減少し、原料価格が約二倍になっている。また、わかめの生殖において解明されていないことが多くある。そこで、私達は、わかめの生殖と明暗周期にどのような関係があるかを調べた。明暗周期の良し悪しを判断するうえで、卵のフェロモンによって引き寄せられる精子の動きを判断材料とした。青色のLEDライトを用いて12時間と6時間の明暗周期で培養した配偶体を用いた。12時間と6時間では、放出される精子の数に差が見られなかった。12時間の方では、精子が卵によってくるピークが6時間よりも早かった。このことから、精子が放出されるまでの時間が明暗周期によって変わると考えた。

1,はじめに

現在、三陸わかめの収穫量が2013年から2019年にかけて約2万t減少し、原料価格が約2倍になった。これは東日本大震災や気候変動の影響によるものだと考えられている。また国内需要量が供給量を上回っており、自給率が25%になっている⁽¹⁾。そのため、私達は、わかめの養殖の手助けをしたいと考えた。本論文について理解を確かなものにするため、わかめについて説明する。

<ワカメのライフサイクル>

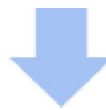


図2)わかめのライフサイクル

わかめとは大きく2つの形態に分類できる。秋から春にかけては孢子体世代、春から夏にかけては配偶体世代を繰り返すライフサイクルを持っている。そしてこの雄配偶体は精子を放出し、雌配偶体は卵を形成する。次に明暗周期という用語について、明暗周期とはわかめがどれだけ光を受け取り、どれだけ光を受け取らないかという周期のことである。今回の論文では、12時間光を受け取って12時間光を受け

取らないサイクルを明暗周期12時間と呼び、同様に6時間光を受け取って6時間光を受け取らない周期を明暗周期6時間と呼ぶことにする。また今回使用する配偶体はそれぞれの明暗周期で30日間培養したものを使用する。

59回生では青色LEDを24時間照射していた。



青色LEDを周期的につけたり消したりを繰り返す。



図3)59回生の実験との比較

また今回使用する配偶体はそれぞれの明暗周期で30日間培養したものを使用する。59回生の課題研究ではわかめの生殖について研究していたが、わかめ配偶体の培養する際に常に光を当てており、光をずっと照射されることへのストレスによってう

まく実験を行うことができなかったと考えた。本実験では明暗周期についての対照実験を行い、明暗周期6時間と明暗周期12時間でどのような違いがあるかを考えた。本実験では理研食品さんから頂いた鳴門産の配偶体を用いた。

2, 目的・仮説

わかめ配偶体培養時において受精に最も適した明暗周期を特定し、わかめの養殖の生産量増加に貢献することである。また、理研食品株式会社さんの佐藤陽一先生からわかめの明暗周期はがよいのではないのかという助言いただき、人間における明暗周期12時間がわかめにもあるのではないのかという考えのもとわかめの明暗周期は12時間であるという仮説を立てた。本実験では、12時間の明暗周期と6時間の明暗周期のわかめの配偶体を用意した。ここで明暗周期6時間で培養した配偶体を用いた理由は、明らかにわかめの配偶体にストレスがかかるであろう明暗周期6時間の配偶体を用いることで結果にどのような差が生まれるのかを調べるためである。そしてそれぞれの精子の運動に着目した。卵は精子を引きつける性質をもつフェロモンを出す。このことを利用することで精子の運動性や精子の個数などの客観的事実からどの明暗周期が最も適しているのかを議論することができると考えた。

3, 実験

[意義]

12時間の明暗周期で培養された配偶体と6時間の明暗周期で培養された配偶体の受精の特徴を比較し、明暗周期12時間と6時間ではどちらがわかめの受精に適しているのかを明確にすること(以降明暗周期12時間で培養した配偶体をA, 6時間で培養した配偶体をBとする)

[実験材料]

- ・スライドガラス・カバーガラス・雄配偶体A、B・雌配偶体A、B・柄付針・倒立顕微鏡
- ・両面テープ・海水・ピペット・ラップ
- ・パソコン(タイムラプスを撮影するため)

[実験方法]

- ①配偶体を小さくする
- ②図4)のようなプレパラートを作成する
- ③卵に顕微鏡のピントを合わせる

- ④タイムラプスで卵に寄ってくる精子の動きを撮影する

[補足]

配偶体は複雑に絡み合っているため、ほぐさないと卵を見つけることが難しくなるため①では配偶体を小さくすることで卵を見やすくしている。図2)のプレパラートでは、水の蒸発を防ぐためにプレパラート全体を海水で満たしラップでそれを覆った。タイムラプスは30分間隔で12時間、精子が卵に誘引される様子を観察した。そして精子が画面内に入ってきた個数を30分ごとに調べた。精子の個数を調べる際は、一人ですべて行った。

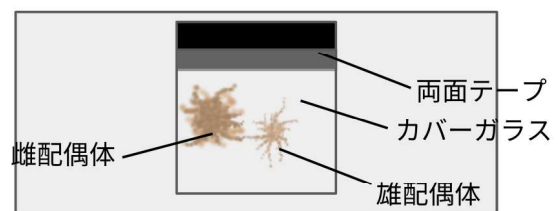


図4) プレパラートの模式図



図5) タイムラプの様子

4, 結果

2つの明暗周期で培養したわかめ配偶体の結果を比較すると、画面内に入ってきた精子の総数よりも、一番多く精子が入ってきた時間に差が見られた。

実感開始から9時間後の精子の量の変化の仕方が同じようであった。

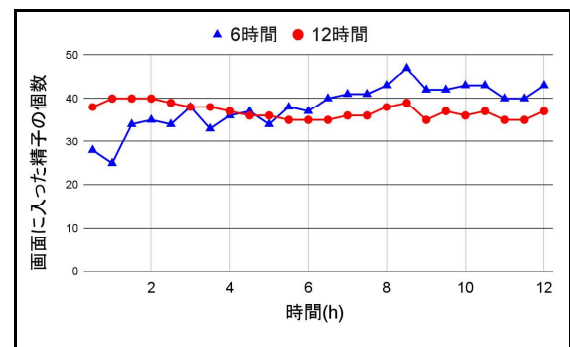


図6) 30分ごとの画面に入った精子の数

5, 考察

画面に入った精子の総量にあまり差がなかったことから、明暗周期を変えることは精子の作られる量にはあまり関係がないと考えられる。また、精子がもっとも多く画面に入った時間に差があることから、精子が放出されてから卵に到達するまでの時間、つまり精子の運動性に変化があった、または精子が放出されるのにかかる時間が短くなったと考えられる。

実験開始から9時間後のグラフの形がよく似ていることから、今回我々が設定した条件とは違う、外の気温の変化や紫外線量の変化などが影響してしまっただけと考えられる。

6, 展望

- ・今までの実験方法では海水が蒸発してしまい、うまく観察できないことが多くあったため、シャーレを用いたプレパラートを作り、シャーレ内を海水で満たして下から観察することで海水の蒸発を防ぎ、長時間の安定した観察をする。
- ・実験回数を増やしより正確なデータを得る。
- ・明暗周期を12時間、6時間以外の周期に変えて対照実験を行う
- ・より正確に精子の数を計測できる方法を探す
- ・タイムラプスを撮る時間間隔を短くしてより詳しい精子の運動に関する特徴を見つける
- ・卵から放出されるフェロモンの強さを調べるため、12時間と6時間で培養した雌配偶体を置き、精子がどちらの配偶体に誘引されるのかを観察する

7, 謝辞

理 研食品株式会社様より実験材料の提供、ご助言をいただきました。(実験には鳴門産を使用)) 本研究は、中谷医工計測技術振興財団 科学教育 振興助成 助成番号22P01による助成を受けて行われました。

8, 参考文献

- 1,農林中金総合研究所
<https://www.nochuri.co.jp/genba/pdf/otr120314-2.pdf>
- 2,わかめの生殖活動における精子と卵の謎に迫る
59会生先行研究
- 3,遠藤 光,1 高橋大介,1 佐藤陽一,2,3,4 奥村 裕,5 永田 俊,6 吾妻行雄1ワカメ養殖業では題が山積み~原因解明と対策技術開発に関する研究2016

4,褐藻の有性生殖における複合的走性システムの解明

https://www.jstage.ist.go.jp/article/kagakutoseibutsu/57/9/57_570909/_pdf