

緑藻ミルの高効率培養及び原料加工に関する研究

林 芳弘

1. 経緯および目的

ミル *Codium fragile* は、緑藻綱に属する海藻である。本種からは、シフォナキサンチンなどの機能性成分が抽出される (Ganesan et al. 2010)。

本種を海面で栽培した事例が報告されているが (四井・右田 1989)、養殖が事業化された例はないものと思われる。

一方、同じ緑藻であるスジアオノリは、海洋深層水 (以下、深層水と称す) を用いた陸上養殖が既に事業化されている。

本研究では、高知県海洋深層水研究所の屋内飼育施設でミルを試験的に飼育し、深層水を用いたミルの陸上養殖が可能か検討することを目的とした。

2. 材料および方法

(実験1) 遮光の影響の検討

飼育用の水槽として、50Lアルテミア孵化槽を用いた。水槽の中心部にはエアストーンを設置し、常時エアレーションした。飼育水は、深層水を用いた。注水量は、1日およそ23回転とした。

水槽は、計4基用いた。このうち2基の上には寒冷紗1枚を広げて張り、そこを遮光区とした。また、残りの2基は、遮光区の外側に設置し、そこを対照区とした。

遮光区と対照区に設置した水槽のうち1つには、表層水で熱交換した深層水を注水した。すなわち、本実験は、遮光あり熱交換なし、遮光あり熱交換あり、遮光なし熱交換なし、遮光なし熱交換あり、の4条件

でミルを飼育した。

海岸に自生するミルを採集し、実験に用いた。採集したミルは、枝分かれした藻体の先端を切断し、藻体の断片 (以下、藻片と称す) を作成した。藻片は、同一個体から採取し、水気をよく拭き取ったうえで、湿重量1g前後 (0.8~1.2g) に大きさを整えた。各水槽に藻片を5個ずつ収容した。エアレーションの強さは、藻片が浮遊できる程度に調節した。

週ごとの生長を把握するため、収容後、7日おきに各藻片の湿重量を測定した。測定は、4週目まで行った。水槽ごとの平均湿重量を、前回測定した時の値で除し、週間生長率とした。

休日を除く毎日、午前中に1回ずつ、水銀水温計で水槽内の水温を測定した。また、遮光がある水槽とない水槽の照度を比較するため、HOBO社のデータロガを用い、10分おきに照度を記録した。

(実験2) 小藻片の飼育

先端から5mmのところを藻体を切断し、より小さい藻片 (以下小藻片) を培養した。

10個の小藻片は、深層水を注水した50Lアルテミア孵化槽に10個収容した。週ごとの生長を把握するため、7日おきに各小藻片の湿重量を測定した。同時に、各小藻片の長さをノギスで測定した。

4週目の測定が終了した後、小藻片をさらに半分に切断し、飼育を継続した。8週目までは、7日おきに湿重量を測定し、週

間生長率を求めた。その後は、147日目まで、14～29日おきに測定した。

(実験3) ナガミルの飼育

2010年度に屋内飼育施設の水槽内でナガミル *C. cylindricum* が自然に生長しているのが確認された。この株を、50Lアルテミア孵化槽に収容し、深層水を注水して飼育した。原則として1～2週間に1回の頻度で、湿重量を測定した。

3. 結果

(実験1) 遮光の影響の検討

4週目までの期間を通じた平均照度は、遮光をしていない場合には372.6Lux、遮光をした場合には8,404.8Luxであった。

各水槽とも、5藻片の平均湿重量は徐々に増加した(図1)。遮光していない水槽では、終了時に2gを超えた。一方、遮光した水槽では、1.6～1.7gにとどまった。

週ごとの平均照度とミル湿重量の増加率との関係を図2に示した。平均照度が1万Luxを超えた週は、湿重量が1.4～1.5倍に増加することが多かった。1万Luxを超えない週は、遮光の有無にかかわらず、概ね1.1～1.2倍の増加となった。

平均水温は、熱交換をした水槽では15.9℃、熱交換をしていない水槽では14.9℃で、大きな差はなかった。今回は、水温の違いによるミルの成長の差は明確ではなかった。

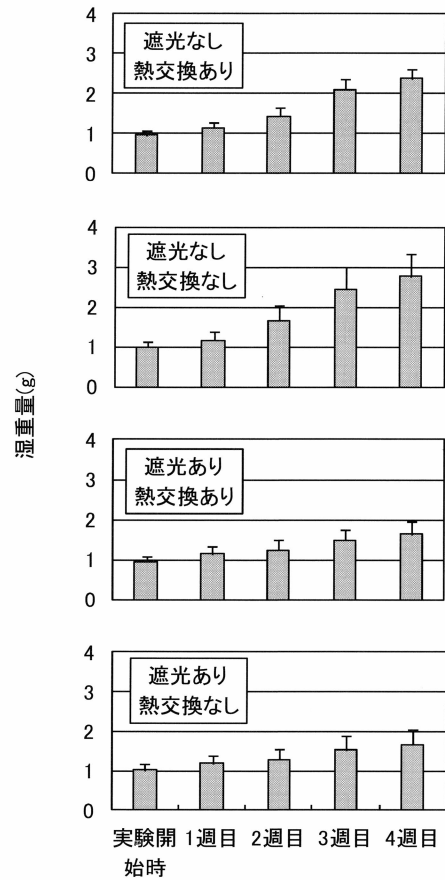


図1 ミル平均湿重量の推移
縦棒は標準偏差を示す

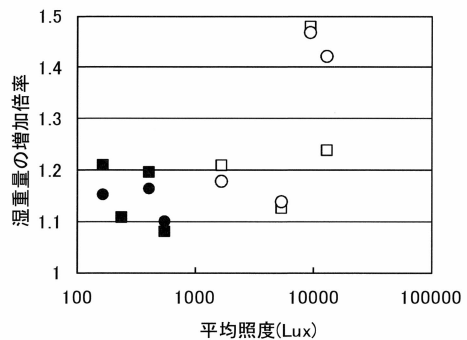


図2 週ごとの平均照度と湿重量増加率との関係

□: 遮光なし熱交換あり ○: 遮光なし熱交換なし
■: 遮光あり熱交換あり ●: 遮光あり熱交換なし

(実験2) 小藻片の飼育

小藻片の平均藻長は、4週目までに約10mmとなった(図3)。週間生長率は、1週目が最も高く1.4だったが、4週目は1.1となった。

実験開始から147日目までの、小藻片の総湿重量の推移を示した(図4)。4週目に藻片を切断した際に若干減少したが、その後も継続して増加を続けた。147日目には、湿重量が2.2gとなり、実験開始時の9.9倍に増加した。

飼育開始からおよそ100日を超えると、放射状に枝が伸長して生長する様子が観察された(図5)。

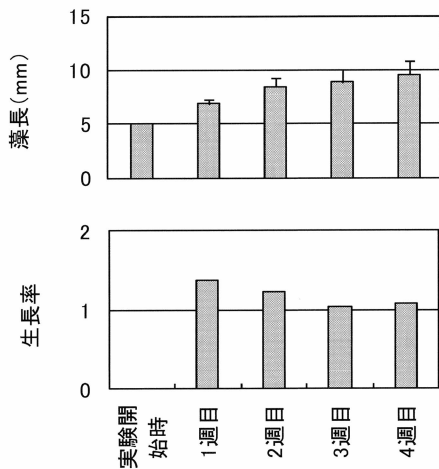


図3 ミル小藻片の4週目までの平均藻長及び生長率の推移。縦棒は標準偏差。

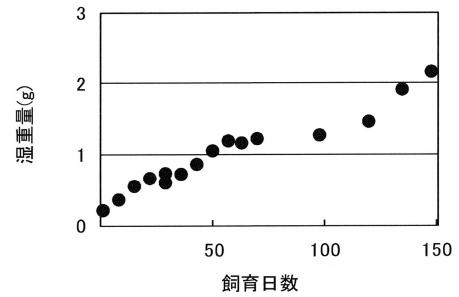


図4 ミル小藻片の総湿重量の推移



図5 ミル小藻片(左)と100日後の状態(右)

(実験3) ナガミルの飼育

湿重量は、飼育開始時に8.7gだったものが、146日目に46.3g、195日後には、65.5gにまで増加した(図6)。

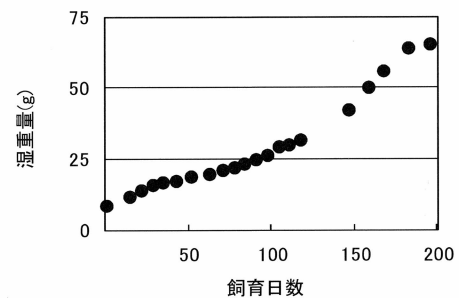


図6 ナガミルの湿重量の推移

4. 考察

ミルは、平均照度が1万Luxを上回ると生長率が高かった。しかしながら、遮光をしていない水槽では、ミル藻体の表面に藻類が大量に付着しているのが肉眼で観察された。長期間の飼育においては、そうした藻類はミルの生長を阻害するものと思われる。そのため、強い光は必ずしもミルの飼育に適しているとは限らないといえる。本種は、海水交換が悪い内湾に自生しており（四井・右田 1989）、一般に内湾は透明度が悪いことから、やや弱い光条件に適応していることが考えられる。

海面において栽培されたミルでは、1~1.5cmの藻体が、3ヶ月後に5~6cmに成長する（四井・右田 1989）。今回の実験において、藻長の週間生長率は、高い時に1.4、多くの場合は1.1~1.2であった。この生長率をもとに試算すると、1cmのミルが100日で4~10cm程度に成長することになる。深層水で飼育したミルの生長は、海面と比較して遜色がないといえる。

四井・右田（1989）は、長崎県海域におけるミルが、6~8月に消失することを報告し、その原因として夏季の水質悪化を指摘した。本試験では、5~8月に飼育したミルでも順調に生長した。その原因として、深層水が清浄であることや、水温が低いことが考えられる。このことから、深層水は、周年を通じてミルを飼育するのに適していると思われる。

ミルの湿重量は、約150日で10倍に増加した。既に深層水養殖が事業化されているスジアオノリでは、5日で10倍に増加する（平岡・岡 2004）。それと比較すると、ミルの成長は著しく遅い。このため、深層

水を用いたミル養殖を事業化するためには、スジアオノリの単価である1万円/kg乾重（平岡・岡 2004）よりも、かなり高い価格で販売することが求められる。ミル由来の機能性成分などの開発により、付加価値の向上が必要であるといえる。

小藻片の1週目の週間生長率は高かった。小さい藻片にすることで、高い生長が得られることが示唆された。ただし、その後は週間生長率が1.1~1.2で推移することが多かった。4週目に再切断した翌週も大きく成長することはなく、切断による増殖促進効果は限定的であった。

ナガミルも、ミル同様、長期間に渡って湿重量が増加し続けた。146日間で、湿重量は4.9倍に増加したが、ミルの147日目の9.9倍と比較して、生長は遅いと思われた。ただし、本種も小さい藻片にして飼育すれば、ミルと同程度の生長を示す可能性が考えられる。

5. 引用文献

- 平岡雅規・岡 直宏（2004）室戸海洋深層水によるスジアオノリ養殖事業化実証試験 高知県海洋深層水研究所報6: 122-123
- 四井俊雄・右田清治（1989）緑藻ミルの再生髄糸による養殖 日本水産学会誌55: 41-44
- Ponesaki Ganesan・Kiminori Matsubara・Takeshi Ohkubo・Yukihiisa Tanaka・Kenji Noda・Tatsuya Sugawara・Takashi Hirata（2010）Anti-angiogenic effect of siphonaxanthin from green alga, *Codium fragile* *Phytomedicine* 17: 1140-1144