

大型藻類の生産手法に関する技術支援

林 芳弘

アオサ類及びスジアオノリの水槽飼育試験により、水槽内における通気の影響について調べた。その結果、通気をした場合では、若干成長率が低下する傾向が明らかとなった。その原因として、溶存二酸化炭素が低下していた可能性が考えられた。屋外水槽におけるアオサ類の大量培養試験では、水温が11℃よりも高い時に良好な成長を示した。

1. 緒言

大型海藻を水槽で養殖しようとする場合、水中に浮遊させた藻体を上下方向に循環させながら飼育することが多い（平岡・岡 2004、岡ほか 2004）。海洋深層水（以下 深層水）によるスジアオノリ *Ulva prolifera* の陸上養殖においても、この飼育方法が用いられている。このような方法を用いる目的は、海藻の飼育密度を高めるためであると説明されている（平岡 2004）。ただし、こうした飼育方法と他の方法とを詳細に比較した事例はなく、この方法が藻類養殖に最適であるかどうかは検討の余地が残されている。

この飼育方法では、藻体を循環させるために、水中に強い通気を施すことが一般的である。そのような強い通気をした場合、水中に溶存している二酸化炭素が空气中に放出されやすくなることが予想される。そのことが海藻の成長に負の影響を与えている可能性も考えられるが、実態は明らかにされていない。そこで本研究では、通気の影響について調べた。

本研究に用いる藻類としては、養殖対象種であるスジアオノリに加え、同属の近縁種（平岡・寫田 2004）であるアオサ *U.sp.* を選んだ。アオサ類はふりかけの原料や家畜の飼料として利用される有用海藻であるが（大野 2001）、深層水による養殖はまだ事業化されていない。そのため本研究においては、アオサ類を大型水槽で飼育するための条件についても併せて検討した。

2. 方法

2.1 試料

スジアオノリについては、高知県漁業協同組合高岡支所で養殖していた株を用いた。

アオサ類については、実験1及び実験2では、高知県海洋深層水研究所内の屋外水槽で採集した株を用いた。また、屋外水槽での大量培養試験においては、当研究所周辺の海岸で採集した株を用いた。

藻体の湿重量は電子天秤を用いて測定した。スジアオノリでは、測定前に吸水紙で藻体表面の水滴をよく拭き取った。アオサ類の場合は、洗濯機の脱水槽で水滴を除去した。

2.2 通気に関する実験1（水槽に直接通気した場合の影響）

深層水を注水した30Lの水槽で、スジアオノリあるいはアオサ類を飼育し、成長を調べた。水槽は2個用意し、片方の水槽にのみ通気を施した。通気を施した水槽を「通気区」、通気していない水槽を「無通気区」とした。各水槽の注水量は1.5L/分とした。また、通気区における通気量は2L/分とした。

通気区と無通気区の各水槽に、スジアオノリあるいはアオサ類の藻体を同量ずつ収容し、5日間飼育した後に、区ごとに湿重量を計測した。5日後の湿重量を実験開始時の湿重量で除し、その値を増加率として区間で比較した。同様の実験を4回繰り返した。

実験開始時における藻類の湿重量は、アオサ類の場合、0.5gとした。スジアオノリでは、1回目

の実験の時は0.19g、2回目が0.30g、3回目が0.05g、4回目が0.05gとした。

アオサ類、スジアオノリとも、4回の実験で得られた結果から、区ごとに増加率の平均値±標準偏差を求めた。区間における増加率の統計学的な比較は、対応のあるウイルコクソン検定を用いた。統計ソフトはR 2.4.1を用いた。

2.3 通気に関する実験2（間接的に通気した場合の影響）

実験1と同様、通気区と無通気区の間でアオサ類における湿重量の増加率を比較した。ただし実験2においては、アオサ類を飼育している水槽に直接通気をするのではなく、飼育水槽の上流に通気用水槽を設置し、そこに通気をした（図1）。飼育水は、通気用水槽を介して飼育用水槽に注水した。

実験1と同じく、実験開始時の藻体湿重量は0.5gずつとし、5日後の湿重量を除して増加率を求めた。やはり実験を4回繰り返し、区ごとに増加率の平均値±標準偏差を求めた。通気区と無通気区の間における統計学的な比較も、実験1と同様に行った。

2.4 アオサ類の大量培養に関する試験

屋外に設置した7t水槽を用いて、深層水でアオサ類を飼育した。飼育期間は、2013年12月24日か

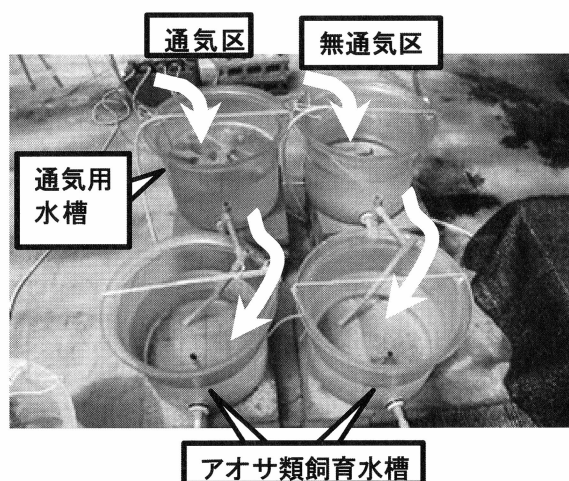


図1 実験2における実験設備
矢印は注水の流れを示す。

ら2014年2月12日までだった。飼育期間中、週3～5回の頻度で、水温及び照度を午前9時ごろに測定した。

飼育開始時における藻体の湿重量は13.1gであった。約2週間後に湿重量を測定した後、藻体を再び水槽に戻して飼育を続行した。それ以降、週1回の頻度で湿重量を測定した。

週ごとの成長速度は次式によって求めた（山口2000）。

$$\mu = (\ln W_t - \ln W_0) / t$$

ここで、ある測定日に測定した藻体湿重量を W_0 、その t 日後に測定した藻体湿重量を W_t とする。両測定日の間における水温及び照度の平均値を、その週の平均水温、あるいは平均照度とした。

3. 結果

実験1、実験2の結果を表1に示す。有意差は検出されなかったものの ($p > 0.05$)、スジアオノリ、アオサ類とも、全ての実験を通じて、無通気区の方が通気区より湿重量増加率が高かった。

屋外水槽で飼育したアオサ類における、週ごとの成長速度、平均水温、平均照度を図2に示す。

表1 実験1及び実験2における通気区と無通気区間での増加率の比較

		増加率	
		通気区	無通気区
実験1	スジアオノリ	2.3±1.0	2.5±0.5
	アオサ類	1.4±0.2	1.8±0.4
実験2	アオサ類	1.6±0.4	1.9±0.4

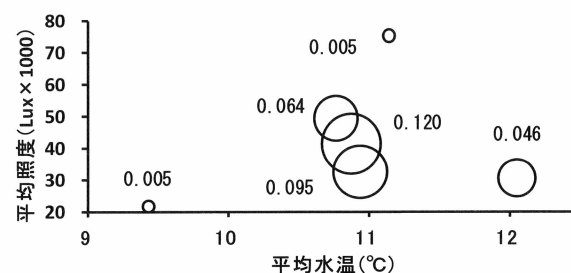


図2 屋外水槽で飼育したアオサ類の週ごとの成長速度及び平均水温、平均照度
円の大きさ及び横の数字はアオサ類の成長速度を示す。

高い成長速度を示した週は、水温が11~12℃、また平均照度が2万~6万Lux前後で推移した。平均水温が10℃を下回った週や、平均照度が7万Luxを超えた週は、成長速度が低かった。

4. 考察

統計学的な有意差は認められなかったものの、スジアオノリやアオサ類の成長は、通気区の方が無通気区よりも悪かった。その原因として考えられるのは、水中の二酸化炭素濃度の低下である。通気をした場合、溶存窒素ガスが水中から除去されることが知られており(花田 2006)、二酸化炭素も同様ではないかと推測できる。さらに、飼育水槽内で直接通気を施した場合、水流で藻体が破れる様子が観察されたことから、そうした物理的損傷も藻類の成長を阻害する原因になると考えられる。以上のように通気は藻類の成長に負の影響を与えることが推測されるが、一方で、循環流を発生させる効果など、正の影響を及ぼす側面も想定される。このため、両方の影響の兼ね合いを考慮し、より適切な飼育方法を検討する必要があるといえる。

屋外水槽におけるアオサ類の飼育結果によると、水温が11℃を超えた時は、照度が低くとも良好な成長を示すことが明らかとなった。逆に水温が11℃を下回った時は成長が著しく悪かったことから、アオサ類の飼育においては11℃以上の水温を

維持することが重要と考えられる。ただし、照度が7万Luxを超えた時は成長が悪化したため、光が強すぎると却って成長速度が低下することも示唆される。

参考文献

- 花田 博(2006)ガス病. 新魚病図鑑. 畑井喜司雄・小川和夫(編). 緑書房. 88
- 平岡雅規(2004)世界初・海洋深層水によるスジアオノリ養殖. 海洋と生物155:534
- 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
- 平岡雅規・畠田 智(2004)四万十川の特産品スジアオノリの生物学. 海洋と生物155:508-515
- 岡 直宏・平岡雅規・西島敏隆・四ツ倉典滋・川北浩久(2004)室戸海洋深層水と表層水を用いたホソメコンブ大量培養と藻体成分比較. 高知県海洋深層水研究所報6:124-125
- 大野正夫(2001)新しい食材になるアオサ. アオサの利用と環境修復(改訂版). 能登谷正浩(編). 成山堂書店. 137-142
- 山口征矢(2000)藻類の成長速度の測定(2)大型藻類の成長. 藻類学 実験・実習. 有賀祐勝・井上 勲・田中次郎・横濱康繼・吉田忠生(編). 講談社サイエンティフィク. 116-117