

## 数種海藻の海洋深層水での培養

田島迪生, 永田房雄, 杉本 洋  
(2001年9月30日受付)

### Cultivation of Several Algae with the Deep-sea Water

Michio Tajima \* Fusao Nagata, \* and You Sugimoto \*

The typical thalli of *Ulva pertusa*, *Padina minor*, *Sargassum confusum*, and *Gelidium amansii* were collected from intertidal and subtidal zones in Noto town of Noto Peninsula, Ishikawa Prefecture. Growth parts of these algae were cut into small pieces of 0.025~0.1g. Each piece was cultivated in deep-sea water and surface sea water for 56 days at 15°C under 2650 lux illumination intensity.

*U. pertusa* cultivated in deep-sea water grew larger than those in surface-sea water for the first 24 days. However, after that, both *U. pertusa* cultivated in deep-sea water and surface-sea water scarcely grew. The growth of *P. minor* in deep-sea water was scarcely different from that in surface-sea water for the first 12 days. After that, the weight of *S. confusum* cultivated in deep-sea water scarcely changed, but that in surface-sea water showed a tendency to decrease. The weight of *G. amansii* cultivated in deep-sea water and in surface-sea water similarly increased for the first 40 days, and after that it was decreased.

Key words : deep-sea water, *Ulva pertusa*, *Padina minor*, *Sargassum confusum*, *Gelidium amansii*, cultivation

海洋深層水(以下, 深層水と略記)については低温, 富栄養, 清浄性が高いこと<sup>1)</sup>が知られており, その水産資源への利用が期待されている。日本における深層水の高知県室戸沖でカジメ,<sup>2-6,9)</sup>コンブ科海藻,<sup>7)</sup>ヒジキ, 藻場について, また日本海側では富山県でコンブ科海藻について実験が行われている。<sup>8-11)</sup>

筆者らは, 石川県能登半島沖の深層水を得る機会があり, 深層水を用いて大型海藻類の培養を行ったので, その結果を報告する。

#### 実験方法

材料 1. 深層水 深層水は2001年6月6日に能登半島小木沖5km, 水深350m から, 800トン台船に積載した真空式ポンプを使用し, 洋上取水によって採取した。これらを20L ポリエチレン製タンクに入れ, 能都町宇出津にある石川県水産総合センターの冷蔵庫(0~3°C)に速やかに搬入した。

2. 使用海藻 2001年7月13日に石川県能都町宇出津の磯から採集したアナアオサ, ウスユキウチワ, フシスジモク, マクサを実験に用いた。これらを水産総合センターに持ち帰り, アナアオサは栄養体部を0.25~0.41g, ウスユキウチワは葉縁部を0.056~0.073g, フシスジモクは先端部の葉の0.062~0.1gを正方形に, またマクサは先端部を0.04~0.056g 切り取り, 培養に供した。

培養方法 培養には三洋電機 kk 製インキュベーター MIR-252を用い, 庫内温度は15°Cに設定した。さらに明るさを与えるために庫内に18w 白色蛍光灯を設置した。

培養器には500ml 容平底フラスコを使用し, 500ml の深層水を試水とし, 対照に表層水を使用した。培養器基底の照度は2650lux であった。海藻種ごとに深層水区と表層水区を2区づつ設定し, それぞれに1片の海藻を入れ, 培養を開始した。培養日数は2001年7月13日から9月7日までの56日間であった。

葉体の測定 葉体の重量測定は7~12日ごとに行った。恒温器から平底フラスコごと取出し, 海藻のみをピンセットでつまみ, あらかじめ用意していた濾紙上に乗せた。

\* 石川県水産総合センター(〒927-0435 石川県鳳至郡能都町宇出津新港3-7)

海藻表面の水分を濾紙に付着しなくなるまで拭き取り, 島津製電子上皿天秤 EB-430H で0.001g 単位まで測定した。測定後は速やかに葉体を平底フラスコに戻し, インキュベーター内で培養を継続した。

結果

測定値については, 経過日における増量あるいは減量を試験開始時の重量で除し100を乗じた値を増重率として算出し図示した。また, 測定期間ごとの増減率をみるため, 測定値から前回の測定値を減じ, 前回測定値で除し, 100を乗じた値をさらに日数で除し期間増減率として図示した。

アナアオサ アナアオサの色調は培養当初では緑色を呈していた。この色調は深層水で培養したものでは試験開始から終了まで変化はみられなかった。一方, 表層水のものでは培養後12日目の8月6日には一部色素の脱落が

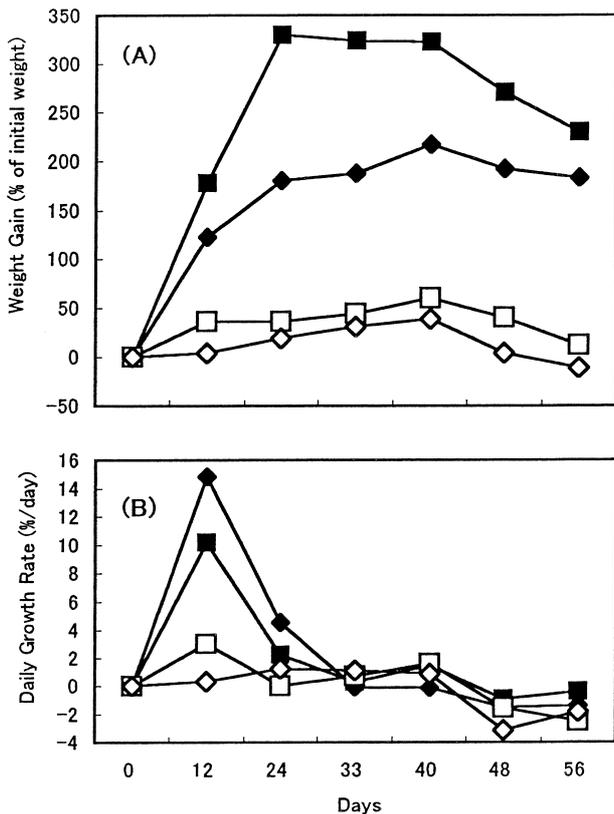


Fig.1. Weight gain(A) and daily growth rate(B) of *Ulva pertusa* cultivated with deep-sea water and surface-sea water. Plotted value represents the rate of the growth weight to the initial weight(A) and the growth weight to the last weight(B) at about weekly intervals. -■-and-◆-: deep-sea water, -□-and-◇-: surface-sea water.

見られ, 白色化し半透明化し始めていた。培養日数を経るに伴いその半透明化が進み, 培養終了時の9月7日には全体の2/3以上が半透明化していた。

アナアオサの培養当初からの増量率変化を Fig.1(A) に, また日間生長率を同(B)に示す。

深層水培養のものでは培養開始12日目までに平均149.9% (122.0, 177.8%), 24日までに平均254.9% (180.1, 329.6%)の増重がみられた。さらに40日目では平均296.5% (270.7, 322.2%)の増量率であり, この時の表層水区の平均値49.3% (38.5, 60.0%)に比べ深層水区で著しく早い生長が見られた。その後, 40日目以降は深層水, 表層水ともに重量に変化がないか, やや減量傾向を示した。

深層水での培養では初期に大きく増大し, その後は重量を維持する。また表層水での培養では当初はわずかに増大するが後期にはやや減量するという結果が得られた。試験終了時では初期に比べ深層水区では平均206.3% (182.9, 229.6%)の増量であった。表層水区では平均して開始時とほとんど同じ重量であった。

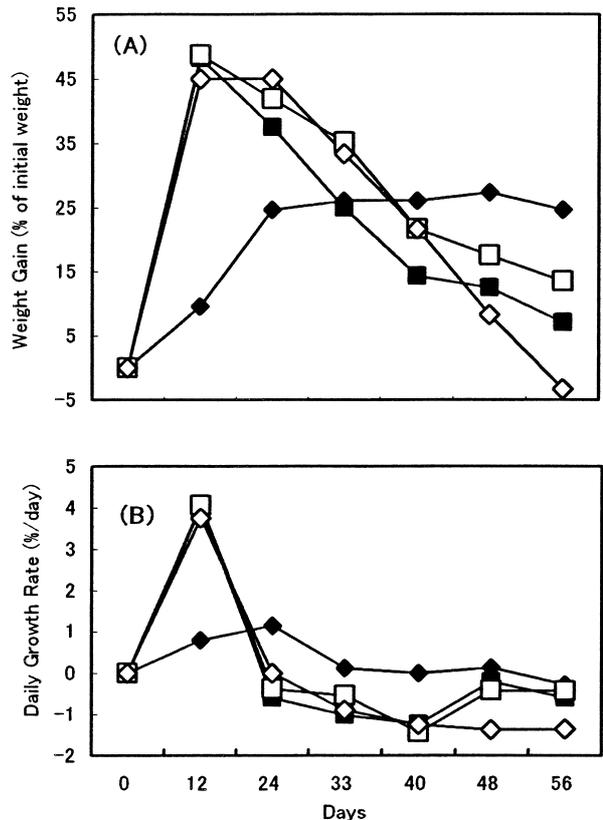


Fig.2. Weight gain(A) and daily growth rate(B) of *padina minor* cultivated with deep-sea water and surface-sea water. Plotted value and symbols are the same as in fig. 1.

## 海洋深層水での海藻培養

ウスユキウチワ ウスユキウチワでは全ての試験区で試験開始から終了まで色調の変化は見られなかった。ウスユキウチワの培養当初からの増量率変化を Fig. 2(A) に、また日間生長率を同(B)に示す。

深層水区の1個体と表層水区の2個体は共通性があり、培養12日目で3個体とも45% 前後の大きな増量が示し、培養24日目以降から試験終了までは3個体とも常に減量した。一方、深層水区での他の1個体では培養当初から48日目まで常に増量し、最終で2% 減量した。本実験ではウスユキウチワの生長に与える深層水の影響は明らかにできなかった。

試験終了時では、深層水においては開始時の平均17.1% (7.1, 24.7%), また表層水では平均6.0% (-3.0, 13.5%) の増量率が得られた。

フジスジモク フジスジモクの葉体では、深層水培養のものでは試験開始から終了まで色調の変化は見られなかった。一方、表層水のものでは24日目において一部褐色からやや黄色に変色した斑点が見られるようになり、その後、その斑点が斑紋に変わり、試験終了時には葉体表面全体に疎らな斑紋をみせるようになった。

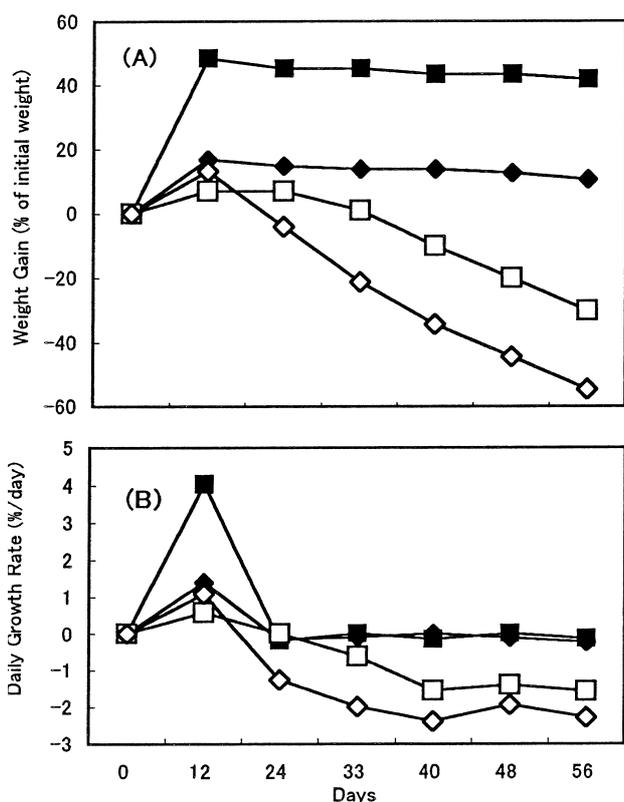


Fig. 3. Weight gain(A) and daily growth rate(B) of *Sargassum confusum* cultivated with deep-sea water and surface-sea water. Plotted value and symbols are the same as in fig.1.

フジスジモクの培養当初からの増量率変化を Fig. 3(A) に、また日間生長率を同(B)に示す。

フジスジモクでは12日目には深層水培養のもので平均32.6% (16.8, 48.4%), 表層水のもので10.1% (7.0, 13.1%) と全ての試料で増量があり、その傾向は深層水での培養のもので顕著であった。その後、試験終了まで深層水のものではほとんど増減はなかった (Fig. 3(B))。

一方、表層水のものでは1個体のみ24日までやや増加傾向を示したが、その後、2個体とも減量が著しく、40日以降では1週間に10% 前後の減少がみられた。試験終了時では開始時に比べ深層水のものでは平均26.2% (10.5, 41.9%), 表層水のものでは-37.3% (-20.0, -54.5%) の増量率を示し、両培養水で大きな差がみられた。

マクサ マクサの葉体については培養当初は赤色であったが、培養12日目において全ての試料が黄緑色へ変色した。その後、試験終了まで色の変化は見られなかった。また24日目には全ての個体に仮根が生じ、試験終了まで徐々に伸長した。その伸びの程度は全ての個体でほとんど差はなかった。マクサの培養当初からの増量率変化を

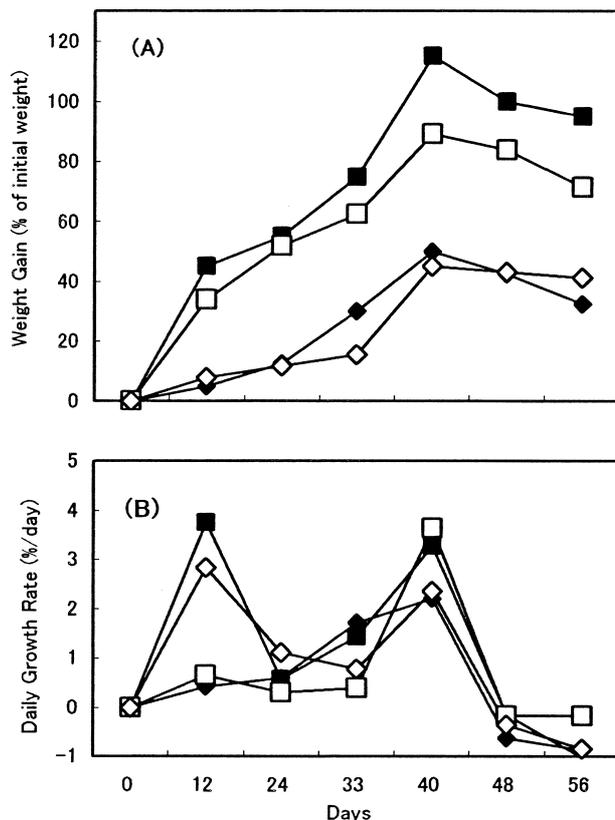


Fig. 4. Weight gain(A) and daily growth rate(B) of *Gelidium amansii* cultivated with deep-sea water and surface-sea water. Plotted value and symbols are the same as in fig.1.

Fig.4(A)に, また日間生長率を同(B)に示す.

マクサでは40日目までは深層水, 表層水とも全てで増量し, 試験開始時に比べ深層水では平均82.5% (50.0, 115.0%), 表層水で平均67.2% (45.1, 89.3%)の増量率を示した. その後4個体とも減量傾向を示した.

両培養液での生長の良いもの同士では深層水のもので僅かに増量率が高いが, 共に40日目まで増量し, それ以降減少傾向を見せるなどその増減傾向は似ていた(Fig.4(A)). さらに悪いもの同士でも良いものとはほぼ同様な傾向があるとともに, 両者の推移はほとんど一致すること(Fig.4(A))から, 深層水と表層水の培養によるマクサの生長には差がないことが考えられる.

また Fig.4(B)に示したように, 増量のピークが12日目と40日目の2回見られ, 他の海藻とは異なる結果が得られた.

このことは培養途中から各個体に仮根が生え出しており, その生長は肉眼でも確認できるほど早かった. したがって1回目のピークは葉体自身による増量であり, 2回目のものは仮根の伸張によるものと考えられる.

## 考 察

本実験に用いた深層水の主要元素, 栄養塩類, 微量元素等41項目に亘る分析がなされている. それによると深層水と表層水に差がある項目は, 表層水に比べ深層水では全窒素で約4倍, 硝酸性窒素で約15倍, 全磷で約40倍, ケイ酸で約20倍の含有量差がみられた. 海水に含まれている栄養塩の濃度が海中に分布する植物に大きな影響を与えるであろうと考え, 4種類の海藻について培養実験を行った.

その結果 緑藻のアナアオサでは試験開始24日目まで, 深層水で培養のものが表層水のものに比べ遥かに大きな生長を示した. その後, 4個体とも成長がないか, やや重量が減少するという結果が得られた. 葉体の色調は深層水のもので試験終了時でも試験当初の緑色を呈していたが, 表層水のものでは色素脱落が目立ち, アナアオサの培養に深層水は好影響を与えるものと考えられる. 褐藻のウスユキウチワでは深層水と表層水での培養による生長の差は明らかでなかった.

一方, フシスジモクの深層水での培養では初期の生長が表層水のものに比べ著しく大きかった. さらにその後, 深層水培養のものでは試験終了までその重量を維持したが 表層水のものでは試験終了まで大きく減量した. なお褐藻の生長に対する深層水の効用として, コンブ科, <sup>2,11)</sup>カジメ<sup>2)</sup>で有効であると述べられており, さらに

ホンダワラ類では深層水の海中放水でも効果がある<sup>12,13)</sup>との記載がある. 今回の結果からもフシスジモクの培養に深層水が有効であることが明らかになった.

紅藻のマクサについては, 深層水と表層水の培養のもので, 12日目までかなり増量し, その後23日目までやや増量し, 40日目頃に増量傾向がやや強くなり, その後は試験終了まで僅かな減量傾向を示すという非常に似た重量変化を示した. 2回やや大きい増量傾向は葉体の当初の成長と化根による2度の伸張が考えられ, 総じて両培養液でのマクサに対する影響に差が少ないことが考えられた. 谷口ら,<sup>12)</sup>鍋島ら<sup>13)</sup>はテングサ類の繁茂が深層水の放水に関与している可能性が高いとしており, 今回と異なる結果が得られており, 今後, さらに検討する必要がある.

いずれにしても海藻類を深層水を用いて培養した場合, 海藻の種類によってその生長・枯死に与える影響が全く異なることが明らかになった. しかしながら全ての海藻において, 培養初期には生長を示すが, 後期ではほとんど生長を見せない傾向が見られ, 今後課題を残した.

## 謝 辞

本研究の遂行にあたり, 多大の助力を頂いた水産総合センター又野康男次長, 白田光司白山丸船長ならびに内浦町深層水対策室山岸徳治次長に心から御礼申し上げる. また報文の取り纏めに際し, 貴重な助言を賜った石川県農林水産部水産課四方崇文博士に深謝の意を表す.

## 文 献

- 1) 高橋正征: 海洋深層水とは. 海洋と生物, 23, 4, 326-331 (2001).
- 2) 田島健司, 山中弘雄: 海洋深層水を利用した大型海藻類の培養技術に関する研究. 高知県海洋深層水研究所報, 1, 6-11 (1996).
- 3) 田島健司, 山中弘雄: 海洋深層水を利用した大型海藻類の培養技術に関する研究. 高知県海洋深層水研究所報, 2, 7-11 (1996).
- 4) 田島健司: 海洋深層水による大型海藻類の培養技術 開発. 高知県海洋深層水研究所報, 3, 18-28 (1998).
- 5) 岡村雄吾: 深層水に栄養塩類及びビタミン類を添加した場合のカジメ配偶体の生長と成熟. 高知県海洋深層水研究所報, 4, 71-74 (2000).

## 海洋深層水での海藻培養

- 6) 岡村雄吾, 山口光明: 深層水に増殖剤を添加した場合のカジメ配偶体の成熟と生長. 高知県海洋深層水研究所報, 4, 75-77 (2000).
- 7) 岡村雄吾: 深層水及び表層水混合深層水中で培養したマコンブの生長. 高知県海洋深層水研究所報, 4, 64-70 (2000).
- 8) 藤田大介: 有用大型藻類の培養試験. 富山県水産試験場年報, 83-84 (1998).
- 9) 藤田大介, 小善圭一, 堀田和夫, 瀬戸陽一: 深層水多段利用基礎研究. 富山県水産試験場年報, 51 (1999).
- 10) 藤田大介, 小善圭一, 堀田和夫, 瀬戸陽一: 深層水多段利用基礎研究. 富山県水産試験場年報, 55-56 (2000).
- 11) 藤田大介: 富山湾の深層水で培養したマコンブの生長. 藻類, 38, 189-191 (1990).
- 12) 谷口道子, 細木光夫, 岡本充, 岡村雄吾: 海洋深層水放水が海域の藻場等生態に及ぼす影響Ⅰ. 高知県海洋深層水研究所報, 4, 26-43 (2000).
- 13) 鍋島浩, 渡辺貢, 土居聡, 谷口道子: 海洋深層水放水が海域の藻場等生態に及ぼす影響Ⅱ. 高知県海洋深層水研究所報, 4, 44-59 (2000).