

# 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

田島健司・山中弘雄

## 1 目 的

第 I 期研究において深層水の低温安定性、富栄養性および清浄性といった諸特性が確認され、陸上での海洋生物生産への応用技術開発の必要性が指摘された。本研究では高知県室戸市三津地先沖合、水深320mから取水される深層水を用いて大型海藻類の陸上での飼育・培養に関する研究を実施し、海洋生物生産に対する深層水の有用性を実証する。

本研究では、深層水の大型海藻類の生長に及ぼす影響を明らかにするため次の3つの実験を行なった。①深層水で海藻を培養することができるかどうか。また、培養ができるとしたら表層水での培養と生長にどのような違いが見られるか。②海藻の初期発生段階の管理に深層水が利用可能かどうか。③コンブ科海藻のなかで深層水での培養に適した種類は何か。

表 1 実験区の設定 (深層水と表層水の混合比率)

実験区	深層水	表層水	その他の添加物
I	1 0 0	0	EDTA・Fe・I <sub>2</sub> * <sup>1</sup>
II	1 0 0	0	
III	7 5	2 5	
IV	5 0	5 0	
V	2 5	7 5	
VI	0	1 0 0	
VII	0	1 0 0	EDTA・Fe・I <sub>2</sub>
VIII	0	1 0 0	PESI* <sup>2</sup>

\*1 EDTA・Fe・I<sub>2</sub> : EDTA 255  $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$   
FeCl<sub>3</sub> 80  $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$   
KI 5  $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$

\*2 PESI : Sanbonsuga et al. (1969) から Zn 成分を除いたもの

## 2 方 法

### カジメ幼葉の深層水及び表層水での生長比較

高知県須崎市池の浦地先で採取したカジメ幼葉 (TL 約130mm、40個体) を500 l パンライト水槽 2 槽に収容し、一方には深層水、他方には表層水をそれぞれ 1 l・min<sup>-1</sup> 注水し、'89年10月30日~'90年1月26日 (88日間) の生長を調べた。両水槽は同一水温となるようウォーターバス式の調温 (14~16°C) を行なった。照明は水槽あたり40W 昼光色蛍光灯 2 本を用いて水面照度6,000~10,000 lux、明期12 : 暗期12に調整した。カジメ幼葉の測定は全長、葉長、主葉の生長速度、主葉の最大葉幅、側葉枚数、茎長、体重について行い、先枯れ量は主葉の生長速度と葉長の差から求めた。期間中の深層水と表層水の硝酸態窒素はそれぞれ19.5~19.7  $\mu\text{M}$ 、0.0~1.4  $\mu\text{M}$ であった。

### カジメ配偶体の生長、成熟に及ぼす深層水の影響

本実験ではカジメ配偶体が深層水と表層水の混合比を段階的に変化させた培養水中でどのように生長・成熟するかを調べた。実験には高知県須崎市池の浦地先で採取した2～3年生の個体から得た遊走子を2穴スライドグラスに付着させ、その胚孢子から発芽した配偶体を用いた。実験に使用した深層水と表層水はそれぞれ0.45 $\mu$ mフィルターで濾過した後に使用した。実験区は試水の混合比を順次変化させてⅠ～Ⅷ区とし(表1)、各区とも1 $l$ 角型透明スチロール容器でスライドグラスそれぞれ10枚を培養した。実験期間中、水温はウォーターバスで16～18 $^{\circ}$ Cに調温した。照明は昼光色蛍光灯を用いて、水面照度約4,000lux、明10:暗14となるように調整した。採苗は'89年11月16日に行い、12月27日まで2日毎に顕微鏡下で観察を行なった。観察は細胞数を計数するとともに描画装置を用いて配偶体のスケッチを行なった。細胞の大きさはスケッチから求めた配偶体の投影面積を細胞数で除した数値を便宜上使用した。培養水は観察後、全量を交換した。

### コンブ科海藻の成長に及ぼす深層水の影響

人工採苗したマコンブ、ワカメ、ワカメ $\times$ ヒロメの雑種(以後ヒロメ)の種糸を10mmクレモナローブに12cm間隔で挟み込み、深層水と表層水がほぼ1:1の混合水中での成長を調べた。使用水槽は7t角型水槽(7 $\times$ 1.2 $\times$ 0.8m)1槽で、注水は1200 $l\cdot hr^{-1}$ (4回転 $\cdot$ 日 $^{-1}$ )の掛け流しとした。照明は屋内自然光のほかは特に調整しなかった。葉体の測定は2週毎に行い、1株中の最大個体について全長と最大葉幅を記録した('89年12月13日～'90年2月8日)。

藻体の日平均成長率は次式により求めた。

$$\text{日平均生長率(\%)} = \frac{(L-S)/((L+S)/2)}{N} \times 100$$

但し L: 最終日の測定値

S: 開始日の測定値

N: 試験に要した日数

なお、本実験では、これらの大型海藻類を表層水で培養することが技術的に難しいこともあって表層水による対照区は設けなかった。

## 3 結果および考察

### カジメ幼葉の深層水及び表層水での生長比較

深層水区および表層水区でのカジメ幼葉の全長、葉長、主葉の生長速度、先枯れ量、最大葉幅、莖長および体重についての試験開始時、終了時および期間中の変化量を図1に示した。各項目とも試験開始時には両区ともほとんど変わらなかったが、88日後の試験終了時には全長、葉長、莖長および体重で深層水区が表層水区を24～261%上回る生長を示した。主葉の生長速度と最大葉幅は両区で大差なかったが、先枯れ量は表層水区が深層水区に比べて45%程度大きかった。主葉の生長速度が両区でほとんど同じであったにも関わらず、全長、葉長に差が生じたのは、先枯れ量の多少によるものと考えられた。期間中の変化量を表層水区と深層水区で比較すると全長、葉長、莖長、体重で深層水区の生長が表層水区のそれぞれ1.8、1.6、3.9、2.0倍となった。以上の結果、深層水でも表層水と同様に大型海藻類の培養が可能で、しかもその生長速度は深層水中の方が表層水中でのそれを大幅に上回ることも確認できた。このことは、カジメ幼葉にとって栄養塩類に富む深層水が、表層水より良好な培養環境であったことを示していると考えられた。

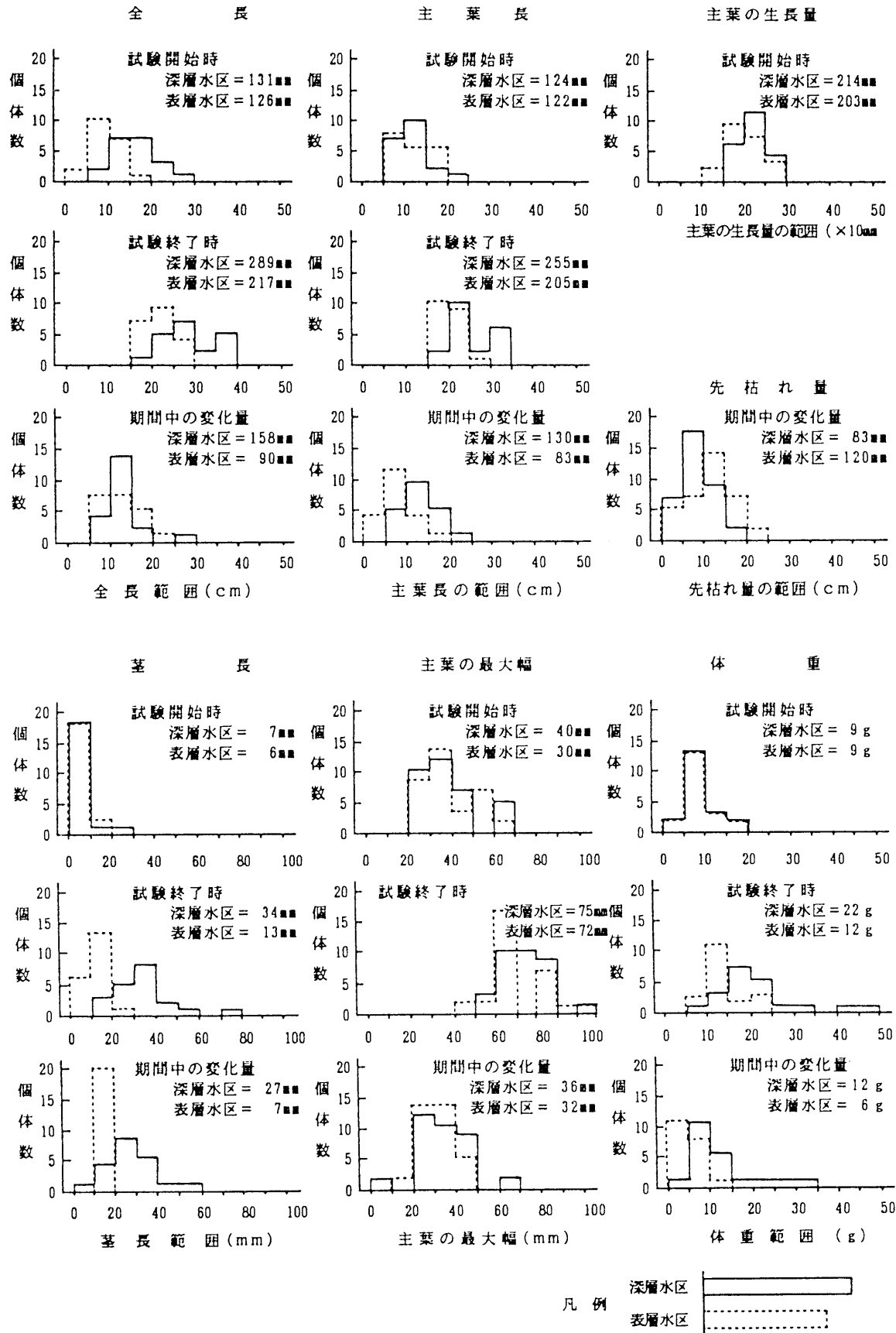


図1 深層水および表層水におけるカジメ幼葉の生長

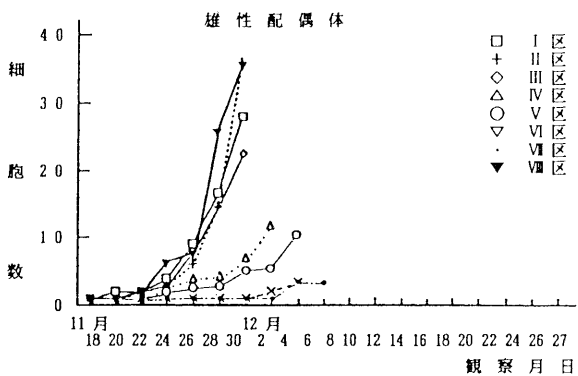
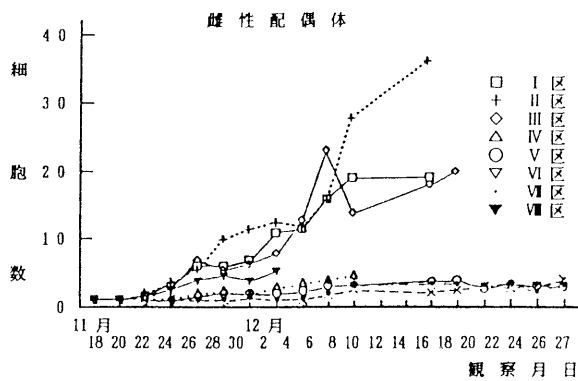


図2 カジメ配偶体の細胞数の変化

**カジメ配偶体の生長、成熟に及ぼす深層水の影響**

実験区 I～VII における雌性および雄性配偶体の発芽から成熟までの細胞数の変化を図2に示した。

カジメ雌性配偶体は胚孢子から発芽後6日目以降になって細胞数が増加した。なかでも深層水の混合率の高い I～III 区での分裂が活発で、成熟と認められた時点での細胞数は19～36にまで増加した。逆に表層水の混合率が50%以上の IV～VII 区では細胞数の増加は緩やかで42日経過後でも5細胞以下にとどまった。栄養塩添加区である VIII 区での細胞数は IV～VII 区の間で、成熟時点での平均細胞数は5.2であった。成熟は VIII 区が最も早く、遊走子放出から18日後には孢子体が形成された。しかし I～IV 区ではそれより10～12日後、VII 区では

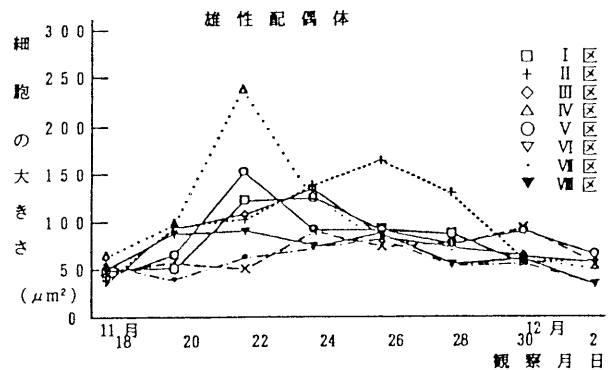
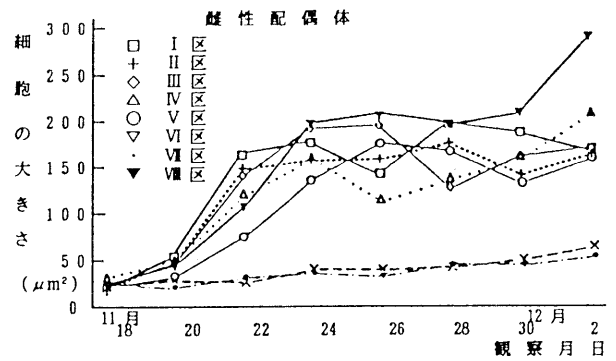


図3 カジメ配偶体の1細胞あたりの大きさの推移

遊走子放出から42日後に成熟に達した。V・VI 区では実験期間中には成熟を認めなかった。I 区で期待した EDTA・Fe・I<sub>2</sub> 添加の成熟促進効果は今回の実験では認めることはできなかった。配偶体の大きさは深層水の混合比が高いほど大きかったが、VIII 区の大きさは III 区のそれとほぼ等しかった (図3)。I 区では培養開始直後の一時期、細胞の大きさが他区より少し大きかったものの、EDTA・Fe・I<sub>2</sub> 添加の効果かどうかは明らかではなかった。1細胞あたりの大きさの比較では VIII 区が 200 μm<sup>2</sup> 程度で最も大きく、VI、VII 区は 100 μm<sup>2</sup> 程度と小さかった。それ以外の区では 100～200 μm<sup>2</sup> 程度で大差は認められなかった。

雄性配偶体の細胞数や大きさの生長についても

雌性配偶体で見たのと同じ傾向が認められ、深層水の混合比が高いほど速やかに生長することが確認された。しかし、1細胞あたりの大きさではI～III区ともほとんど差は認められなかった。成熟についても遊走子放出から14日後にI～III区とVII区が同時に成熟し、IV～VII区もそれより2～6日の遅れで成熟に達した。このことはカジメ配偶体では雌性と雄性で成熟因子の限界値が異なることを示唆するものと考えられた。

以上の結果、深層水は表層水との混合比50%以上でカジメ配偶体の生長促進に相当の効果があることが明らかとなったが、同時に深層水には配偶体の成熟に必要な因子が不足している可能性も示された。深層水を海藻の初期発生段階の管理に積極的に利用していくためには、深層水が配偶体の成熟に及ぼす影響をさらに明らかにする必要があると考えられる。

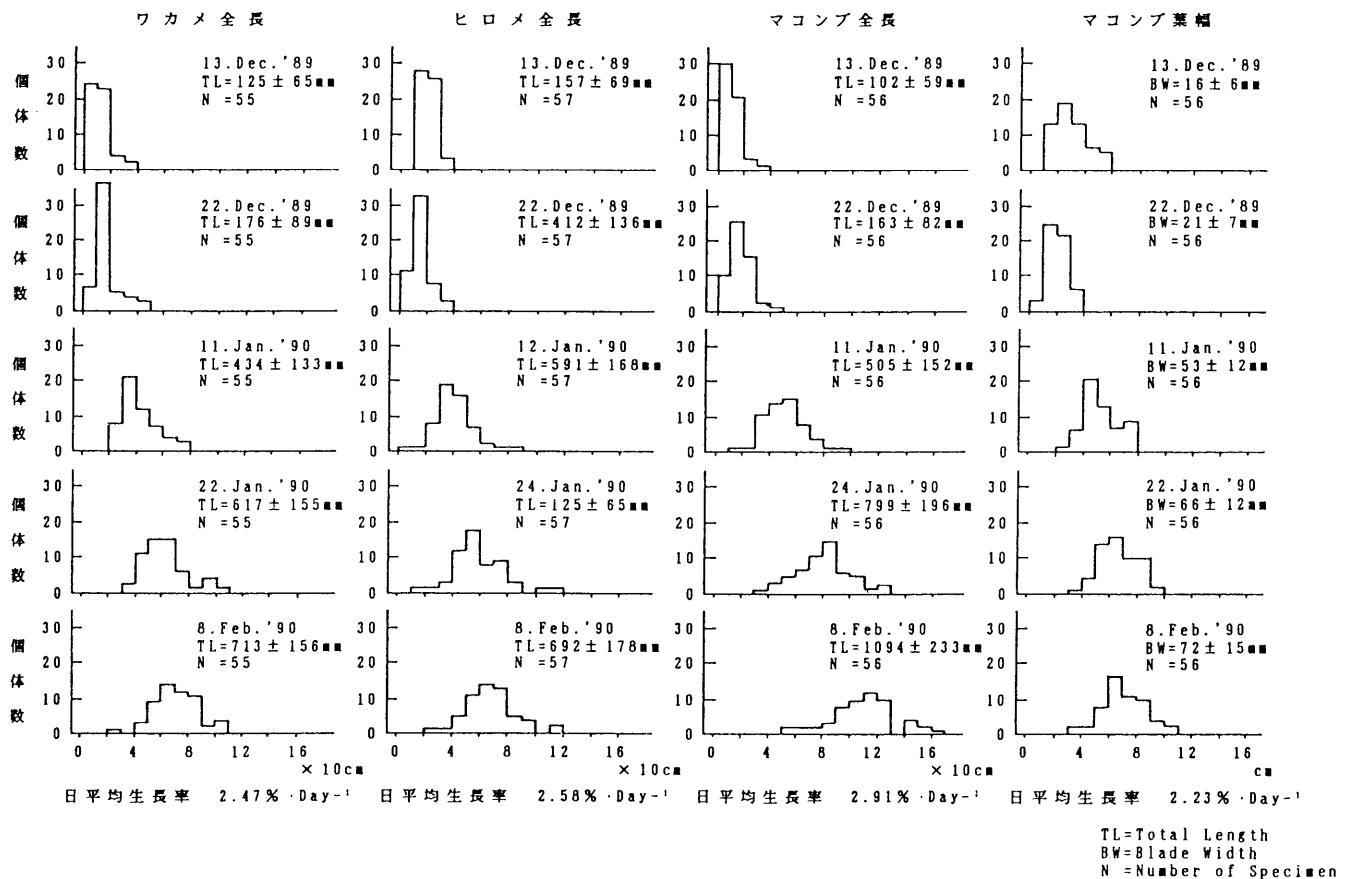


図4 コンブ科海藻（ワカメ、ヒロメ、マコンブ）の深層水中での生長

#### コンブ科海藻の生長に及ぼす深層水の影響

マコンブ、ワカメ、ヒロメの'89年12月13日から'90年2月8日までの全長組成の推移を図4に示した。

実験期間中にマコンブでは $102 \pm 59$ mmから $1,094 \pm 233$ mm、ワカメでは $124 \pm 65$ mmから $713 \pm 156$ mm、ヒロメでは $106 \pm 44$ mmから $692 \pm 178$ mmに生長した。この間の生長量と日平均生長率はマコンブで $992$ mm、 $2.91\% \cdot \text{Day}^{-1}$ 、ワカメで $589$ mm、 $2.47\% \cdot \text{Day}^{-1}$ 、ヒロメで $586$ mm、 $2.58\% \cdot \text{Day}^{-1}$ であった。生長量、生長率ともにマコンブが最も高く、ワカメとヒロメではほとんど生長に差は認められなかった。このような深層水中での海藻類の生長速度は今年の徳島県での養成物とほぼ同じ程度と見積ることができた(松岡 私信)。また、マコンブでは培養開始当初の最大葉幅は $16 \pm 6$ mmであったが2月8日には $72 \pm 15$ mmとなり、全長/最大葉幅比は6.3から15.2に変化した。本種における十分生長した個体での全長/最大葉幅比は20前後であるので、この値から見る限り水槽内の育成でも体形に不自然さはないと考えられた。ワカメでは'90年1月12日に成熟葉を確認した。この成熟葉から遊走子を採取し、配偶体期を経て胞子体までを深層水中で経過させることができれば、ワカメはその生活史を深層水中で完結できることが実証されたことになる筈である。以上の結果から、従来陸上水槽では培養できないとされてきたコンブ科の大型海藻類でも、深層水を利用することにより、陸上水槽で実海域と変わらない生長が確保できる見通しが立ったと考えられる。

#### まとめ

実験1~3の結果から、深層水は配偶体期から個体の成熟段階まで大型海藻類の生活史全般において陸上での培養水として概ね有効であることが明らかになった。しかし、カジメの配偶体期において、深層水による培養では成熟に必要な因子が不足することもわかってきたので、今後はそれを補うための研究が欠かせないと考えられる。また、深層水で培養した葉体の栄養吸収や同化能力等の生理については全く調べられていないので、今後は深層水が海藻類の生理に及ぼす影響について研究を進め、深層水利用による大型海藻類培養技術について知見を蓄積していく必要があると考えられる。

---

平成元年度

高知県海洋深層水研究所報

第 1 号

1996年9月1日 発行

編 集  
発 行

高知県海洋深層水研究所

高知県室戸市室戸岬町字丸山7156 〒781-71

電話 08872-2-3136 FAX 08872-3-1253

---

印刷所

(有) 西村謄写堂

高知市上町1-6-4

---