

# 海洋深層水がカジメ (*Ecklonia cava*) の生長に与える影響について

阿部祐子、萩田淑彦、森山貴光、内村真之\*  
(\*現海洋科学技術センター)

## 1. 目的

近年、日本各地において海洋深層水取水施設の建設及び建設計画が進められており、連続的に汲み上げ、事業用や発電など多目的に利用される大量取水の時代が到来しつつある。我々は、深層水を大量に利用した後に周辺海域に放水する場合の海洋環境に与える影響を十分に把握しておく必要がある。本研究では、放流域の海域環境に及ぼす負荷を、主に深層水の持つ特徴である高栄養塩と低水温<sup>1)</sup>だと考え、これらの要因に対する大型褐藻類であるカジメ (*Ecklonia cava*) の生長特性を把握するため、深層水が生長に及ぼす影響を室内実験によって検討した。

## 2. 方法

室戸市高岡にある海洋深層水共同研究センターにおいて、容量 2 t の水槽 (角型FRP) 5 基を用いて、高知県室戸市で採水した深層水 (-374 m) 及び表層水 (-1 m) を実験水槽 No. 1 ~ No. 5 にそれぞれ深層水 0% (表層水 100%)、25% (75%)、50% (50%)、75% (25%)、100% (0%) の 5 段階に調整したものを各水槽へ供給し (Fig. 1)、換水は約 70 t/day とした。試験に供したカジメは、高知県幡多郡大方町大字田野浦漁港の堤防外縁部で潜水により採取した成体と幼体の 2 形態を用いた。成体はレンガに括り付け (Fig. 2 a)、幼体はプラスチックプレート (9 × 12 cm) に瞬間接着剤によって接着したもの (Fig. 2 b) をそれぞれ水槽内に投入し、各水槽 5 個体ずつ培養した (Fig. 3)。

幼体については春以降天然海域での採取が困難であったため、研究所内で種苗生産し表層水により培養したものをを用いた。まず短期生長実験として季節ごとに年 4 回、各水槽 (No. 1 ~ No. 5) 中で 10 日間培養し、培養前と後に後述の測定項目に

ついて計測を行なった。また、同様に通年実験を短期実験とは異なる藻体を用意し継続的に培養を行い、毎月測定することとした (長期生長実験)。各実験水槽には、空気の混入のために十分なエアレーション (300 L/min.) と、水流発生のために 40 L/min. の水中ポンプ (IWAKI RSD-40) を設置した。照明器具は 100V-400W のメタルハライドランプを各水槽に 3 個設置し、春季、秋季は各水槽 2 個、夏季は 3 個、冬季は 1 個点灯させ、その周期は各季節の日照時間に適宜合わせた。測定は全長 (cm)、莖長 (cm)、側葉数、中央葉長 (cm) 及び、巾 (cm)、莖径 (mm)、湿重量 (g w.w.)、子囊斑の有無について行い、幼体は上記に加えて葉部表面積についても測定した。今回は藻体の湿重量より算出して得られた、各試験水槽での相対生長率について報告する。

その計算式は、 $\{(W_t/W_0)^{1/t}-1\} * 100$

$W_t$  : 実験終了時の湿重量 (g w.w.)、

$W_0$  : 実験開始時の湿重量 (g w.w.)

$t$  : 実験期間 (day) である<sup>2)</sup>。

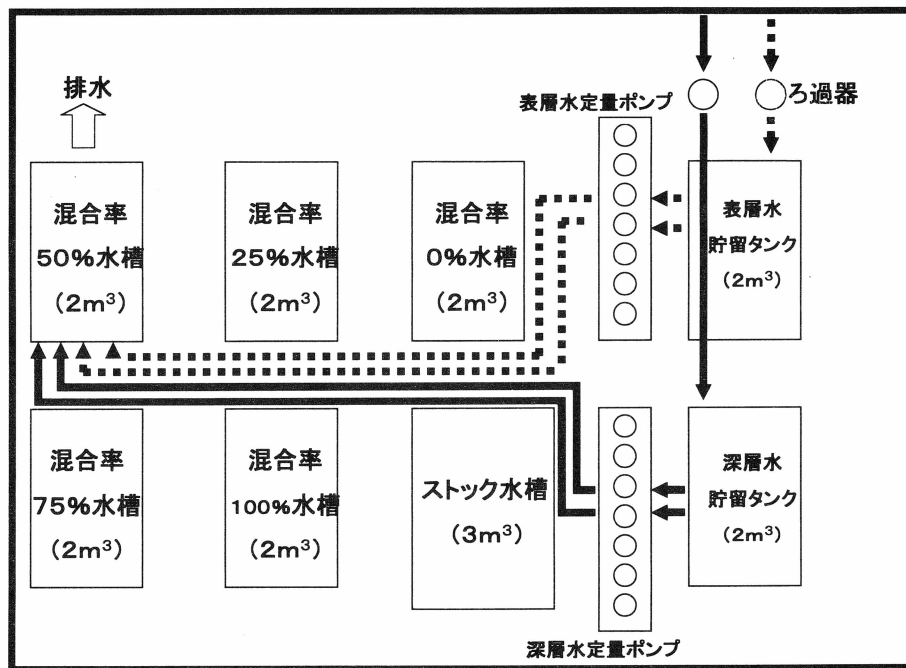


Fig. 1 実験施設の主な配置図：点線矢印は表層水、黒矢印は深層水（実験水槽No. 3 のみの送水方向を矢印で示している。）

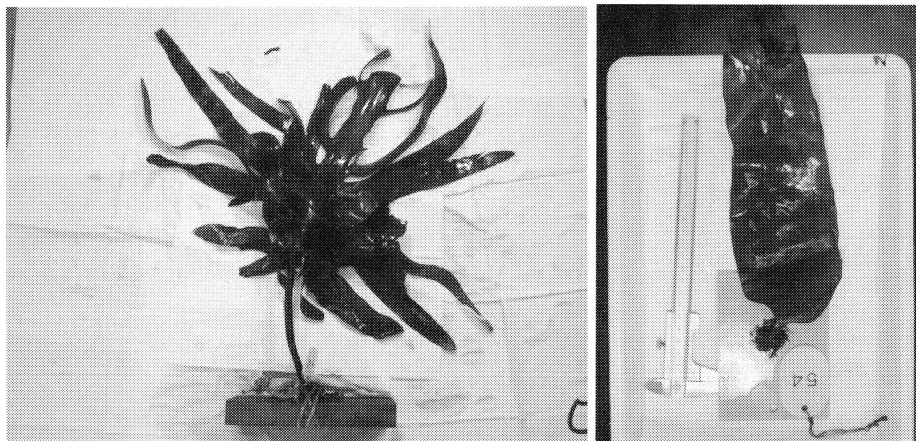


Fig. 2 a レンガに括り付けたカジメの成体(左)、2 b プラスチックプレート (9×12cm) に接着したカジメの幼体(右)

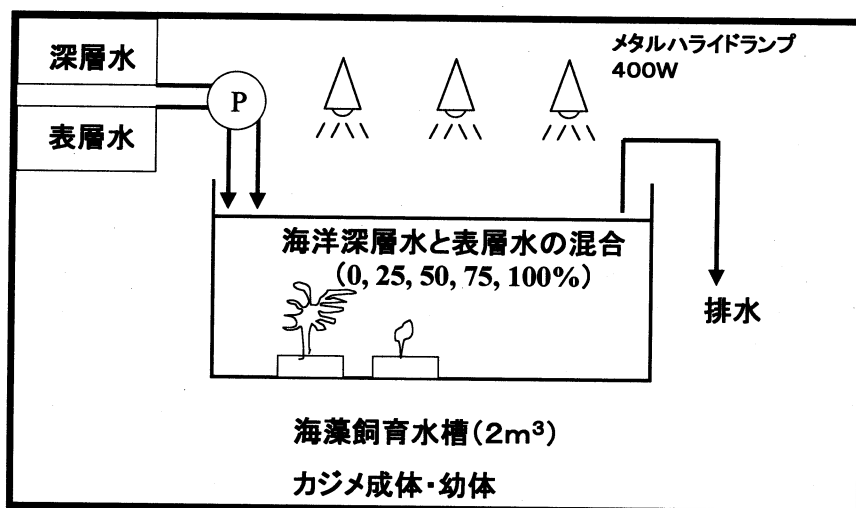


Fig. 3 カジメ成長実験水槽の概要

### 3. 結果

カジメ幼体の短期生長実験の結果については、Fig. 4 の上部のグラフに示した。これによれば、冬季の低水温時（約14℃以下）では、深層水混合比がどの状態であっても、生長阻害がみられたが、この時と同温度である他の季節では、生長が見られていることから、冬季に生長が阻害される原因は、低水温以外にも存在することが示唆された。一方、冬季以外ではカジメ幼体は生長し、（年間平均生長率： $1.72 \pm 0.83$ ）、特に春季水温17.64℃ $\pm 1.53$ 、50%混合の場合では、最高生長率 $5.47 \pm 0.99$ を示した。

カジメ成体の短期生長実験の結果は、Fig. 4 の下部のグラフに示した。成体は、冬季に生長が最大となり、夏季に最低となるという傾向が全混合比で見うけられた。秋季では、どの混合比でもほ

とんど生長が見られなかったが、これは秋季がカジメの成熟期にあたるので、子嚢斑が形成され遊走子の放出に伴う枯死によるものが多かったためと考えられた（カジメ成体成熟率100%）。夏季においては、どの混合比においても生長阻害がみられ、これは夏場の高水温の影響が大きいと考えられるが、同じ75%混合比でありながら、平均水温が15.09℃の夏季と、ほぼ同じ平均水温（15.16℃）である春季の生長率が、 $-0.35$ と $0.25$ で大きく異なることから、幼体での結果同様生長率は単に水温だけの問題ではなく、光周期や光量子量の違い等、環境要因や季節による藻体の状態も関係してくると考えられる。また、深層水が50%以上混合されていると、どの季節においても、比較的生長率が高い傾向が見られた。

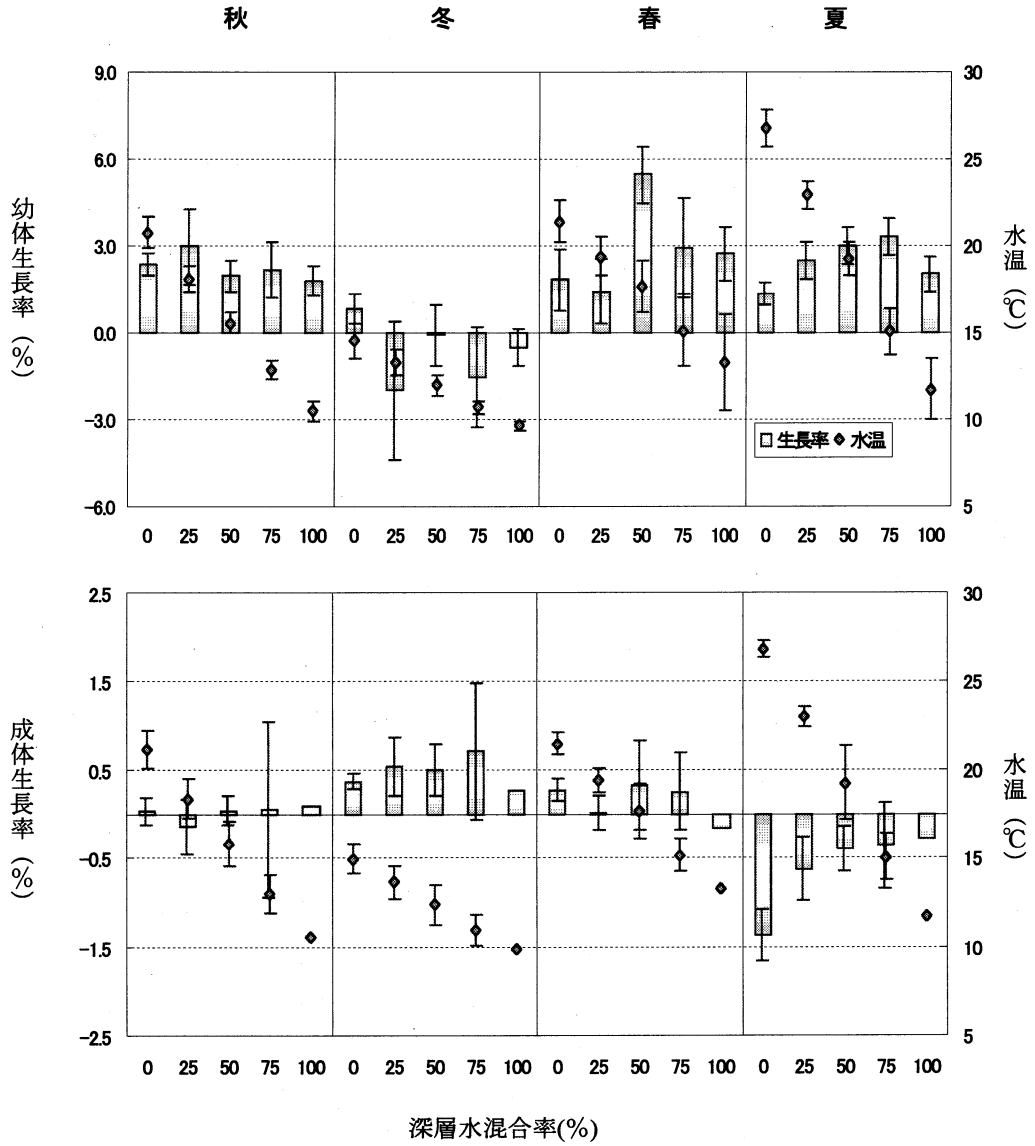


Fig. 4 カジメの短期生長実験における生長率 (%) の季節変化と実験水温

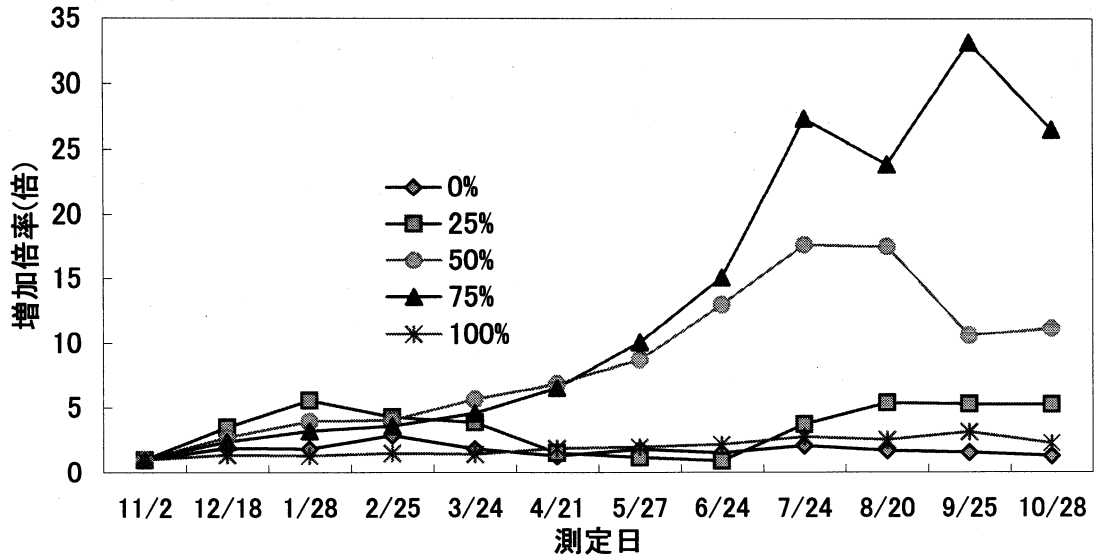


Fig. 5 長期生長実験におけるカジメ幼体の湿重量の年変化

Fig. 5は、カジメ幼体の長期生長実験における月毎の湿重量変化を表している。年間を通じて、深層水混合比75%で生長促進が確認され、実験開始時の湿重量を1とした幼体の増加率は32.16(9月時点)と最大値を示し、同時期の表層水で培養したカジメ幼体(0.55)の約60倍であった。そして、その生長も毎月75%深層水混合が常に安定した増加傾向を示していた(Fig. 6)。また8月の夏以降の測定時にはほとんどの混合比で生長阻害がみられた。これは夏季の高水温と夏季以降出現した原因不明の側葉の穴あき現象の影響と思われる。また50%、75%の混合比では、その生長を促進させたが、100%となると生長は見られなかった。15~20℃に昇温した深層水(100%)では、カジメ幼体は表層水に比べてよく生長したと

の報告<sup>3)</sup>もあり、100%深層水という高栄養塩濃度でありながらも、低水温のために生長が抑制されたと考えられた。

カジメ成体の長期生長実験については、Fig. 7に示した。カジメの成体も幼体と同様に、8月以降はほとんどの場合で生長阻害が見られた。8、9月は高水温の影響で阻害があったためと考えられたが、すべての深層水混合比でのカジメ成体培養実験において、ほとんど生長結果が得られなかったのは、実験開始平均重量が成体は231.8gと、幼体(3.8g)と比べ約60倍の違いがあり、大型藻体をこのような掛け流しの方法で、2トンの水槽内で培養することは、流速不足による付着珪藻の問題もあって非常に難しいためと思われた。

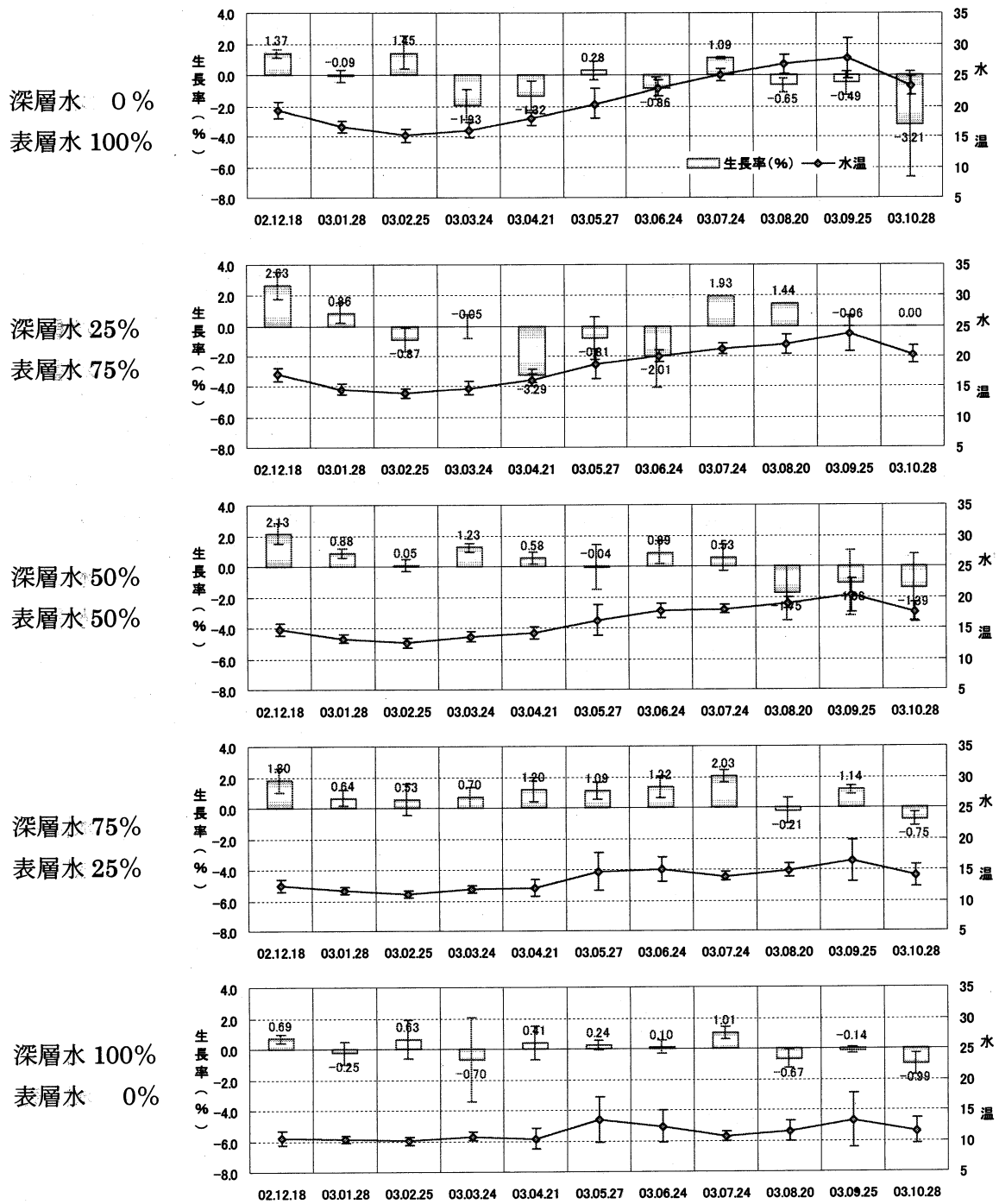


Fig. 6 カジメ幼体の長期生長実験の生長率 (%) と各水槽水温の年変化

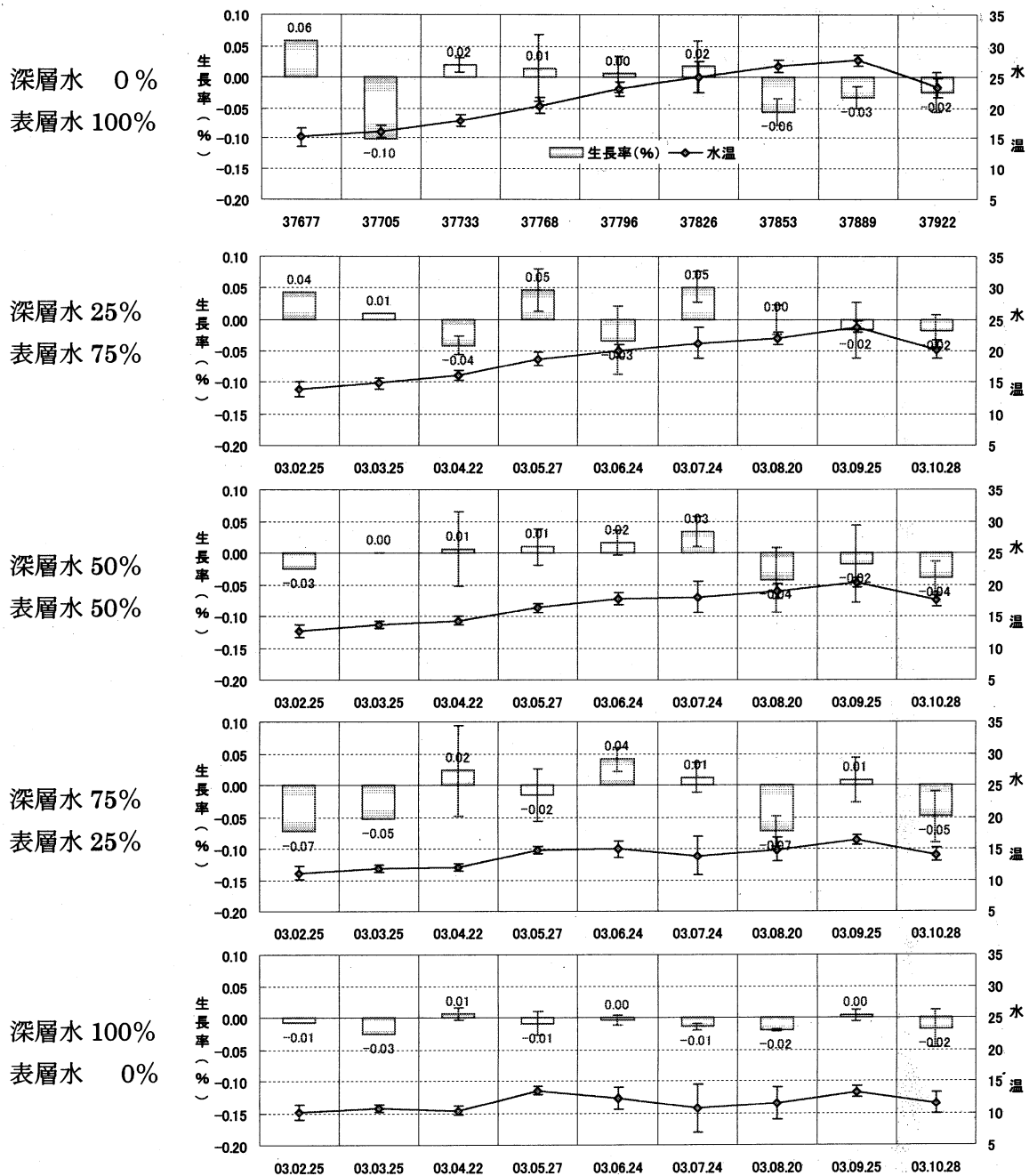


Fig.7 カジメ成体の長期生長実験の生長率 (%) と各水槽水温の年変化

#### 4. おわりに

深層水は、放水した時点で表層水と混合されるため、深層水100%の沿岸海域は実際には存在し得ない。今回深層水混合海水で行なった生長実験が、深層水100%を除き、表層水のみで行なった結果を下回ることがなかったことから、深層水を放水した場合にカジメの幼体への生長阻害などは起こりにくいと考えられた。さらに深層水混合率

75%と50%で良い生長が得られたことから、深層水の放流がカジメの幼体の生長に効果がある事が示唆された。これは、鈴木<sup>4)</sup>によっても有意差が認められると、同様の結果が報告されている。

しかし、一方で深層水を放流し特定の深層水混合率を保つことは波浪や海流などのため難しく、藻類の生長促進効果を得るためには、放流方法などの工夫が必要であろう。

カジメは、近年その生育が激減している高知県沿岸域の藻場を構成する大型海藻の一種であるため、本実験の結果は、海域環境への影響を最低限とし、逆に海域環境の保全、あるいは自然環境の健全な回復に利用しようとした場合の新たな知見になると考えられる。今後、実験に使用した海水の栄養塩類濃度の測定及び、サンプルとして固定した藻体中の炭素・窒素含有量の解析や光合成活性の測定を行えば、より明確な季節による生長変動が解明されると思われる。

本研究は新エネルギー産業技術総合開発機構(NEDO)からの委託研究である「エネルギー使用合理化海洋資源活用システム開発・研究」の一環で行われたものである。

#### 文 献

- 1) 豊田孝義、中島敏光、池田知司、宇野史郎。深層水水質の変動性に関する研究。共同研究深層水の有効的利用法に関する研究(平成5年度～8年度)成果報告書。1996:10-26.
- 2) Penniman C. A., Mathieson A. C. and Penniman C. E. 1986. Reproductive phenology and growth of *Gracilaria tikvahiae* McLachlan (Gigartinales, Rhodophyta) in the Great Bay Estuary, New Hampshire. *Botanica Marina* 29: 147-154.
- 3) 田島健二、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第1号。1996:6-11
- 4) 鈴村素弘。大型藻類への深層水利用に関する研究。平成10年度駿河湾深層水利用可能性調査報告書。1999:87-92.