

海洋深層水による大型海藻類の培養技術開発

田島 健司

目的

海洋深層水中での大型海藻類の生長と成熟について調査し、海藻類の培養水としての海洋深層水の応用可能性を明らかにすることを目的とする。

1. 深層水と表層水でのコンブ類の生長と成熟

材料と方法

種苗生産したコンブ数品種を流水式の屋内水槽で培養し、その生長と形態の変化を調べた。供試したコンブ品種と株数は以下のとおりであった。

1991年度

- ①マコンブ 北海道函館産 15株
- ②中国産マコンブ♀×オニコンブ♂の雑種第1世代 (F1) 15株
- ③上記2の雑種第2世代 (F2) 15株

1992年度

- ①マコンブ 北海道伊達産 53株
- ②マコンブ 函館産 17株
- ③中国産マコンブ 15株
- ④中国産マコンブ♀×オニコンブ♂の雑種第3世代 (F3) 34株

(1) 深層水での培養試験

屋内水槽（水量8ト、縦×横×高さ=7×1.5×0.7m）は実験棟内の南東側に設置し、毎分20～30ℓの深層水をかけ流して培養を行った。

コンブ種系は、幼芽が数cmに伸びた12月中旬に水面下10cmに張った幹繩（クレモナ、φ12mm）に15cm間隔に差込んで展開した。培養中の水温管理は深層水の流量調整で行った。光は実験棟のFRA天窓からの太陽光を水面照度8,000～10,000Luxになるよう寒冷紗を用いて調整を行った。照明による光周期の調整はしなかった。培養水を攪拌す

るため水面が盛り上がる程度の強い通気を行った。

培養試験は、1990年12月17日～1991年11月6日（324日間）と1991年12月26日～1992年9月17日（265日間）の2ヶ年、同じ方法で行った。

測定部位は、茎長・葉長・全長・主葉の生長量、最大葉幅・主葉基部から15cm上部の葉厚で、1株5～10本の葉体から同じ個体を選んで、毎月1回測定を行った（図1）。主葉の生長量は葉厚を測定するために打ち抜いた穴の測定日から測定日までの移動距離とした。

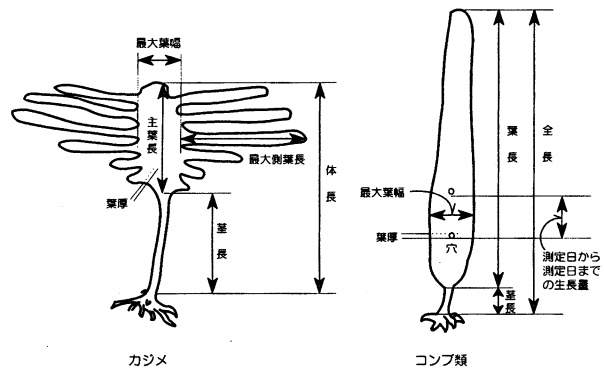


図1 海藻の測定部位

(2) 実海域での養成試験

コンブ類の生長を深層水と表層水で比較するため、深層水の試験と並行して海面での養成試験を行った。供試種苗は函館産マコンブとマコンブ×オニコンブのF2で、深層水培養に用いたのと同じ種系を海面の筏に張った幹繩に展開して養成を行った。養成期間は1991年1月25日～同年5月17日の112日間で養成場所は甲浦港内、幹繩の垂下水深は約1～1.5mであった。

結果

(1) 深層水中での生長

培養期間中の水温の変化を図2に示した。1日あたりの海水回転率は4～4.5回転/日で、水槽

への注水量は多くなかったが、深層水の低温安定性（注水口で11~14℃）により培養期間中の水温は1991年が $17.1 \pm 1.9^\circ\text{C}$ （11.0~23.8℃）、1992年が $15.0 \pm 1.3^\circ\text{C}$ （11.0~19.8℃）で推移した。注水した深層水の栄養塩濃度は+1991年がD I N（24~27 $\mu\text{g-at/l}$ ）、リン（1.3~2.7 $\mu\text{g-at/l}$ ）、1992年がD I N（23~28 $\mu\text{g-at/l}$ ）、リン（1.7~2.3 $\mu\text{g-at/l}$ ）であった。

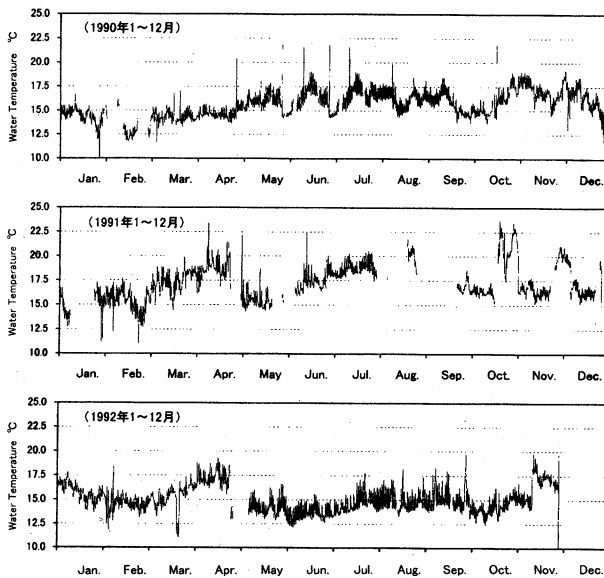


図2 コンブ類の培養水温（日平均値）

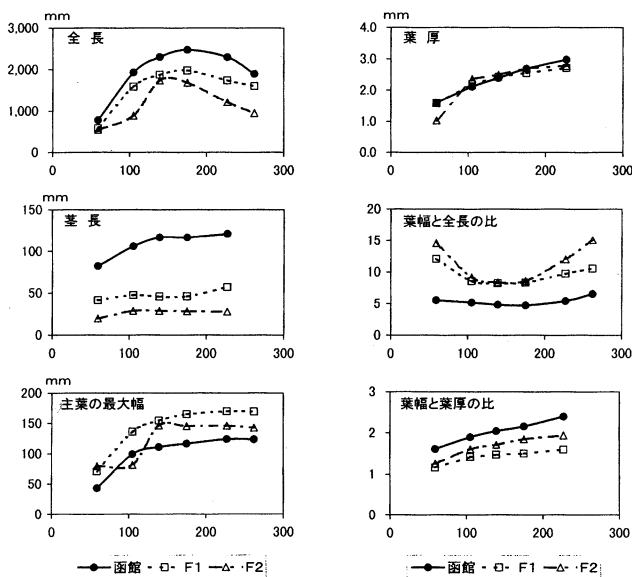


図3 深層水中でのマコンブ3品種の生長

1991年度

1991年度の深層水中のマコンブ3品種の生長を図3に示した。3品種とも種糸を水槽に展開すると急速に生長し、培養開始後5~6ヶ月で最大となり、その後は生長の鈍化と先枯れの進行により全長は減少した。全長が最大に達したのは6月下旬で、函館産マコンブで $247 \pm 35\text{cm}$ （189~314cm）、全長の比較的短いオニコンブ系F1、F2でもそれぞれ $198 \pm 53\text{cm}$ （76~272cm）、 $169 \pm 42\text{cm}$ （101~235cm）に達した。

主葉の生長量は、函館産マコンブとF1では3~4月頃が最も大きく、この間の日間生長量はそれぞれ $28.6 \pm 4.3\text{mm/日}$ （23.1~37.4mm/日）、 $23.2 \pm 4.5\text{mm/日}$ （22.2~36.8mm/日）であった。一方、F2の日間生長量が最大になったのは4~5月で、 $14.7 \pm 2.5\text{mm/日}$ （9.9~18.7mm/日）であった。生長速度を日間生長率（（期間生長量÷期間中の平均葉長）÷日数×100）で見ると、3~4月では函館産マコンブとF1はそれぞれ2.1%、F2は1.7%で、4~5月は同じく1.8%、1.5%及び1.3%であった。日間生長率では3品種とも3~4月が4~5月を16~40%上回り、深層水中でコンブ類の生長率が最も高いのは3~4月であると考えられた。

主葉の最大葉幅は、培養開始後6ヶ月頃まで増加し、6月下旬には函館産マコンブで $124 \pm 17\text{mm}$ （94~154mm）、F1で $170 \pm 42\text{mm}$ （84~215mm）、F2で $146 \pm 22\text{mm}$ （121~214mm）であった。主葉の最大葉幅も全長と同じく6月末頃まで増加したが、7月以降はほとんど変化しなかった。主葉の最大葉幅はオニコンブ系が大きく、函館産マコンブに比べてF1で37%、F2で18%大きかった。葉長に対する最大葉幅の比率も函館産マコンブが0.05であったのに対し、F1では0.084、F2では0.088であった。オニコンブ系F1、F2の形態は、葉長が短いわりに葉幅が大きく、マコンブよりオニコンブに近いと考えられた。

葉厚は、函館産マコンブでは培養8ヶ月頃までほぼ直線的に増加し、9月中旬には $3.0 \pm 0.3\text{mm}$ （2.3~3.5mm）まで肥厚した。しかし、F1及びF2

2では当初4ヶ月間の増加速度はマコンブに匹敵したものの、葉厚が2.5mmに達するとその後の増加は鈍化した。9月中旬での葉厚はF1では 2.7 ± 0.4 mm (1.5~3.3mm)、F2では 2.8 ± 0.5 mm (2.4~3.6mm)となり、マコンブに比べると若干薄かった。

茎長は、函館産マコンブでは培養開始後2~3ヶ月までは急速に伸長したが、3~5ヶ月目には伸長が鈍化し、培養5ヶ月目以降はほとんど増加しなくなった。葉体が最も大きくなった6月下旬の茎長はマコンブ、F1及びF2でそれぞれ、 117 ± 18 mm (72~142mm)、 46 ± 6 mm (35~55mm)、 29 ± 4 mm (23~36mm)であった。オニコンブ系のF1、F2の茎長は函館産マコンブに比べ25~40%

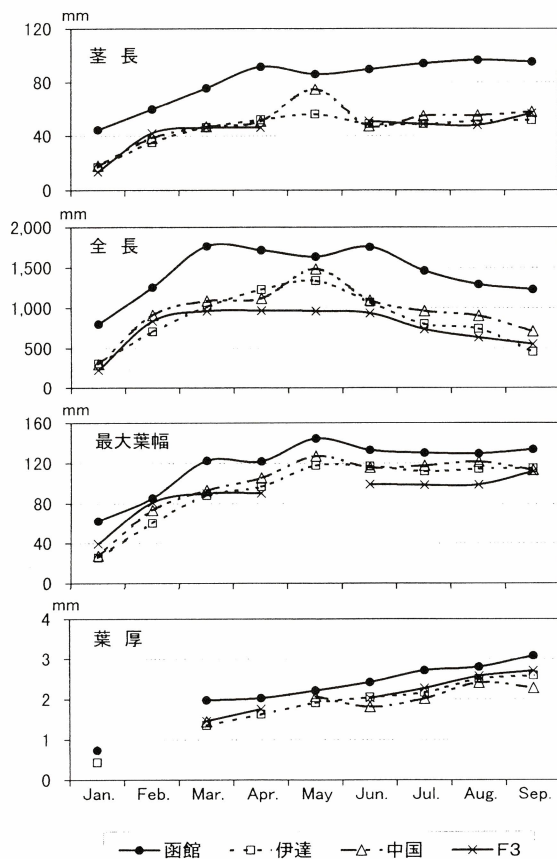


図4 深層水中でのマコンブ4品種の生長

短く、茎長の全長に占める割合もマコンブが4.7%であったのに対し、F1では2.3%、F2では1.7%と低かった。

6月以降、葉体の伸長が止まると葉面上には子嚢斑が形成された。この子嚢斑からは遊走子が採取でき、その遊走子を栄養強化した海水で培養すると、再び胞子体を得ることが可能であった。しかし、深層水で培養した個体では、いわゆる「突き出し」と言われる2年目秋以降の再生長の始まった個体の割合は全体の25%に過ぎず、深層水で培養したマコンブは1年で寿命を終える個体が多かった。



図5 コンプの生長 (伊達産マコンブとF2)

1992年度

1992年度における深層水中でのマコンブ4品種の生長を図4及び図5に示した。

茎長は1~3月頃よく伸長し、4月以降はほとんど伸長しなかった。茎長の長かったのは函館産で平均97mmに達したが、伊達産は52mm、中国産は58mm、F3は57mmといずれも函館産の50~60%程度しか伸長しなかった。茎長を1991年度と比べると函館産で20%短く、F3はF2に比べると202%上回った。

全長は4品種とも種系の展開後急速に増加し、5~7月に最大となった後、先枯れにより少しずつ短くなっていった。4品種のなかでは函館産の全長が最も大きく、その平均全長は6月中旬で175cmであった。その他の3品種は、函館産より

1ヶ月早い5月中旬に最大値となり、その平均全長は伊達産で138cm、中国産で148cm、F3で96cmであった。マコンブ3品種（函館・伊達・中国）の全長の平均は153cmであったので、F3の平均全長はそれより57cm（38%）短かく、最も伸長した函館産の53%の大きさでしかなかった。また、函館産が最大全長を示した時期は6月中旬で両年度とも変わらなかったが、1992年度の平均全長は175cmで、1991年度の247cmに比べて、72cm（29%）も小さかった。両年度では、栄養塩濃度、日照等に大差はなかったと考えられるが、1992年度は期間平均水温が1991年度に比べて2℃程度低かったことが影響したとも考えられた。なお、可能性としては、生長に必要な微量元素濃度の年変動も考えられるが、記録がないため詳細はよく分からない。

最大葉幅も全長が伸びるにつれて増加し、全長が最大に達すると、それ以降はほぼ同じ葉幅で推移した。葉幅の最大値は、函館産の14.5cmで、中国産は12.7cm、伊達産は11.8cmであった。F3の葉幅は11.2cmで4品種中最も小さかった。1991年度結果では、オニコンブ系のF1・F2は函館産マコンブに比べて全長で30%小さく、葉幅で17~37%大きかったが、その次世代であるF3では、全長で47%、葉幅でも16%小さくなっており、代を重ねる毎に親の特長が失われるとともに、矮小化の傾向があるように思われた。

葉厚は葉体の生長とともに増加し、9月には函館産で3.1mm、伊達産で2.6mm、中国産で2.3mm、F3で2.7mmまで肥厚し、いずれの品種も葉厚2mm以上で子嚢斑の形成が認められた。葉厚については、函館産、F3とも1991年度結果と大差なかった。

以上2ヶ年の試験結果ならびに管理の経験から、コンブ類の培養水としての深層水の特徴は次のように考えられた。

- ①特別な管理をしなくても、比較的安定した培養環境が得られる。
- ②微細藻類以外の付着生物が少なく、病害の発生

しにくい環境が維持される。

- ③陸上水槽でも種や産地（品種）の特徴が確認できる。
- ④世代交代可能な成熟した藻体が容易に育成できる。
- ⑤深層水で培養した葉体は、野生の葉体に比べるとしなやかさが少なく、硬いという印象を受ける。このことは、深層水で培養した藻体の体成分に何らかの変化が生じている可能性を暗示する。この特徴は、海藻の成分をコントロールしながら培養する技術などに応用できると考えられる（後述）。

(2) 実海域で養成したマコンブの生長

1991年度（安芸郡東洋町甲浦港内）

深層水での培養試験と同じ種苗（函館産マコンブとオニコンブ系F2）を1991年1月25日甲浦港内に沖出しし、同年5月17日まで112日間の養成試験を行った。試験期間中の甲浦港内の水温は、マコンブが養成できる上限に近いと考えられる18~23℃であった。

取り上げ時の函館産マコンブとF2の測定結果を表.1に示した。

表.1 甲浦港内でのコンブ2品種の生長

	函館産	F2
全長 cm	128±25 (68~166)	89±18 (54~123)
茎長 cm	73±11 (52~100)	25±5 (13~27)
葉幅 mm	95±13 (72~122)	152±20 (116~184)
葉厚 mm	1.5±0.2 (1.1~1.8)	1.0±0.1 (0.9~1.2)
体重 g	93±28 (35~151)	108±37 (50~169)

但し、数値は平均値±標準偏差、()内は最低値と最大値

全長では函館産がF2を44%上回ったが、葉幅と体重ではF2が函館産をそれぞれ60%、16%上回った。形態的な特長は深層水での結果と同様であったが、体重など全体の大きさはF2が函館産

を上回った。このような生長結果は、中国系F2の高水温に対する順応性の高さに因るものであろうと考えられた。

深層水と表層水で同時期（1991年5月）同品種の生長を比較すると、葉幅と葉厚は培養環境が違っても大差なかったが、茎長と全長は甲浦の生長が深層水より30～50%も低かった。これには、水温条件の適否や栄養塩濃度の低さあるいは先枯れ量の大きさなどが影響していると考えられた（1989年：深層水と表層水におけるカジメの生長比較試験）。

甲浦での養成終期には2品種とも葉体上に子嚢斑を形成したが、大きさも小さく、遊走子の放出量も深層水培養の個体と比較すると格段に少なかった。

1992年度（安芸郡東洋町甲浦港内）

1991年度と同じ海域、同じ方法で伊達産、中国産、F3の3品種を展開し、1992年1月14日～同年4月28日（102日間）まで養成試験を行った。結果は表.2に示すとおりで、各項目とも1991年度と大差ない生長を示した。

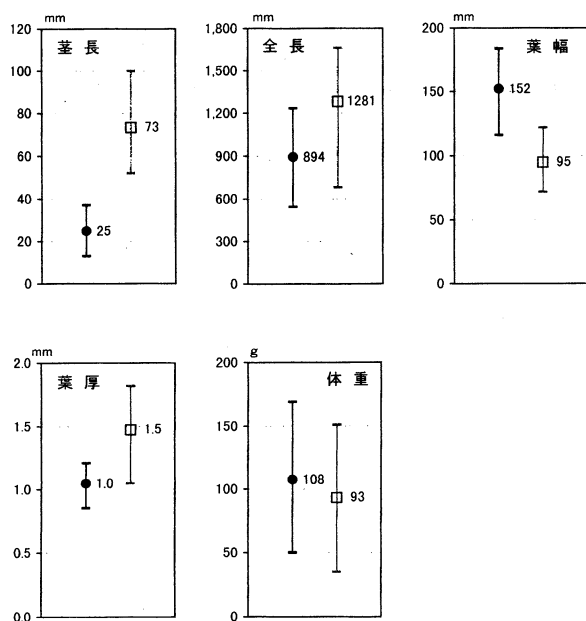


図6 甲浦港内で養成したコンブ2品種の生長結果（1991.1.25～1991.5.17）
 (●)中国産×オニコンブN=20
 (□)伊達産マコンブN=33 添字は平均値)

表.2 実海域での生長結果（1992年度：甲浦港内）

	茎長	全長	葉幅	厚さ	全/幅	体重	水分
	mm	mm	mm	mm		g	%
伊達産	38	1,347	159	1.33	8.5	148	85.4
中国産	30	1,331	192	1.13	6.9	181	84.2
F3	21	852	156	1.20	5.4	98	85.6

但し、水分=(湿重量-風乾重量)/湿重量×100

2. 伊豆産カジメの深層水中での生長

目的

深層水の育種への可能性を検証するため、深層水で培養した藻体の形態、特に天然藻体と同じ形態の特長が再現できるかどうかについて培養試験を行った。

材料と方法

1991年3月、静岡県下で採集した伊豆産カジメ（茎長カジメ、静岡県水産試験場の厚意により提供を受けたもの）幼葉を用いて培養試験を行った。供試カジメは輪ゴムで仮根を小石に縛り付け、水温を20℃に調整した深層水を毎分0.5ℓでかけ流した500ℓパンライト水槽（水深70cm）に収容し、昼間は主として太陽光、朝と夕方は40W蛍光灯2本で水面照度10,000Lux以上、LD=10:14となるように光周期を調整して培養を行った。水槽内は海水を流動させるため、水面が盛り上がる程度の通気を行った。供試個体数は、伊豆産21個体と久通産20個体（いずれも天然産、ただし、久通産は1990年11月に採取し、研究所内で予備培養していたもの）で、培養期間は1991年4月から1992年1月までの280日間であった。測定は図1に示した方法で行った。なお、全長は、側葉と主葉を一緒に絞り込んだとき、最も上にできる主葉か側葉の先端から仮根上部までの長さを測定した。

結果

供試したカジメの試験開始後の生長は遅く、しかも枯死する個体が多かったため、培養期間を通じての生残率は伊豆産カジメで29%、対照とした

久通産カジメは試験開始1ヶ月後の5月に相次いで枯死してしまったため、結果として伊豆産カジメだけの生長しか記録できなかった。培養開始直後、側葉は未発達であったが、培養2ヶ月後の6月には側葉も伸び、側葉を延ばすとその先端は主葉の先端を僅かに超える程度に生長した。その後も生長は緩やかに続き、培養を開始して280日目の翌年1月22日には平均茎長13.8cm（最大26.0cm）、平均主葉長23.7cm（最大31.0cm）、平均全長53.7cm（最大88cm）、平均側葉長26.3cm（最大51.0cm）、平均側葉枚数8枚（最大11枚）平均体重117g（最大361g）にまで生長した（図7）。

この結果を1989年度に同様の方法で調べた高知県池の浦産カジメの結果（茎長10cm、主葉長12cm、全長30cm、体重40g、いずれも平均値）と今回の結果を比較すると、茎長で1.3倍、主葉長で2.0倍、全長で1.8倍、体重で2.9倍あり、藻全体は野生のカジメに匹敵する大きさに生長していたと考えられた。全長に対する茎長の割合は25.6%（最大29.5%）で、採取地の野生株のような茎の著しい伸長は見られなかった。しかし、容量500ℓの水槽で最大全長88cmまで育成できたということは、深層水の海藻類の培養環境としての有用性を示していると考えられた。

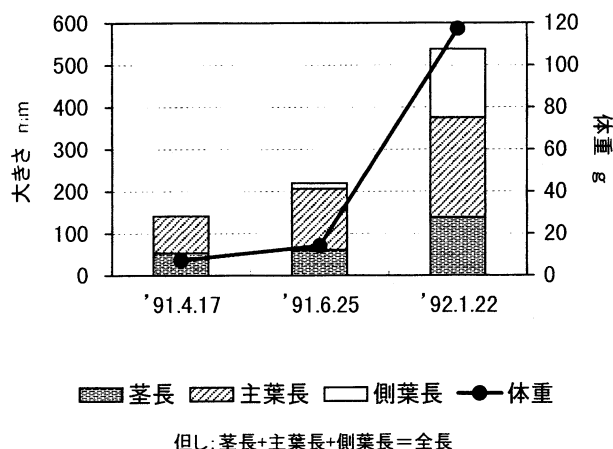


図7 伊豆産カジメの深層水中での生長（1992年度 280日間）

3. 深層水と表層水で培養したマコンブとカジメの体成分の比較

深層水と表層水で培養したマコンブとカジメについて、水分含量、粗タンパク質、粗脂肪、炭水化物（糖質・繊維質）、灰分並びに糖質中のアルギン酸・マンニットおよびアミノ酸中のグルタミン酸の含有量を調べた。

(1) マコンブ

材料と方法

分析に供した藻体は、深層水と表層水（東洋町・甲浦地先）で培養した函館産マコンブ（上記試験1991年度）の3月の個体で、藻体（仮根・茎・主葉）を乾燥後、粉碎混合したものについて分析を行った。

結果

深層水並びに表層水で培養したマコンブの体成分の分析結果を図8に示した。培養環境が異なることによって含有量が変化した成分はタンパク質と糖質で、粗脂肪、繊維、灰分の変化は小さかった。深層水で培養したマコンブのタンパク質含量は23.1%で表層水マコンブ9.3%（食品分析表の素干しマコンブのタンパク質含量は8.2%）の2.5倍も高く、藻類のタンパク質含量は環境中の溶存態窒素の多寡を反映するという経験則によく一致していた。

アミノ酸のうちグルタミン酸濃度は深層水で1.48%、表層水で0.91%と深層水が表層水の1.6倍の高い値を示した。逆に糖質は深層水では23.0%で、表層水41.7%の60%と低かった（食品分析表の素干しマコンブの糖質は58.2%）。糖質のうちアルギン酸とマンニットの比率は深層水では夫々76%、24%であったのに対し、表層水では両者とも50%となっていた。灰分は深層水41.6%、表層水36.3%で深層水マコンブが若干高かったが、食品分析表の素干しマコンブの灰分19.0%に比べると深層水・表層水とも相当高い値となっていた。

生の藻体の風乾後の重量は湿重量に対し、深層水で10.5%、表層水で12.6%であった。この乾物

中の水分（深層水6.6%、表層水8.4%）と乾燥率から、マコンプの水分含量を求めると、深層水で90.2%、表層水で88.5%で、深層水のマコンプの水分含量の方が僅かに高かった。風乾後の藻体に残留する水分は葉体中の糖質との関連が考えられた。

以上から、マコンプを深層水と表層水という異なる環境で培養すると、同一の種苗であってもアミノ酸や多糖類の構成が変化するなど、深層水での培養により、体成分が質的・量的に変化することが明らかであると考えられた。このことは、有用成分を効率的に生産する方法、あるいはその技術開発の手段として、深層水培養が利用できることを示唆していると考えられる。

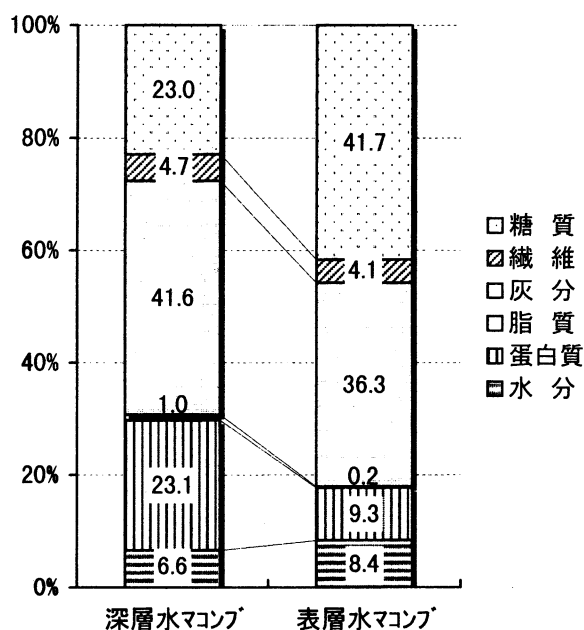


図8 深層水と表層水で培養したマコンプ体成分の比較（1992年3月）

(2) 深層水中で培養したマコンプ2品種間の月別体成分の変化

材料と方法

1992年度に培養した伊達産と函館産のマコンプの藻体全体（仮根・茎・主葉）の水分含量、粗タンパク質、粗脂肪、炭水化物（糖質・繊維質）、灰分、糖質中のアルギン酸・マンニット、アミノ酸中のグルタミン酸含量およびミネラルのリン、

カルシウムを分析し、深層水で培養したマコンプ2品種間の体成分の比較を行った。

結果

深層水中で培養した伊達産マコンプと函館産マコンプの体成分の変化を図9に示した。

函館産、伊達産とも4月から9月までタンパク質10.1~12.7%、糖質26.2~31.0%、灰分46.1~50.6%、粗脂肪2.5~3.3%、繊維5.3~7.1%で推移し、両品種間の差異は小さかった。月別の生長に伴う変化ではタンパク質が僅かに減少し、逆に糖質が微増したものの、その他の成分（粗脂肪、灰分、繊維）はほとんど変化しなかった。糖質では7~8月にアルギン酸量が僅かに減少し、代わりにマンニットが微増したが、9月以降はアルギン酸、マンニットともに6月以前と同程度の値にまで減少した。藻体の微量成分では成熟に関係するリンとカルシウムが生長に伴って増加する傾向があり、函館産ではリンは4月に765mg%であったものが9月には1,330mg%に、カルシウムは4月に720mg%であったものが9月には875mg%に増加した。伊達産ではリンは4月の867mg%が9月の1,230mg%にまで増加し、カルシウムは4月の650mg%が9月の849mg%にまで増加した。リン、カルシウムともに品種間で含有量に若干の違いがあるものの、その差は小さく、また、その月別変化も生長と成熟に伴う生理的な理由によるものであろうと考えられた。

(3) カジメ

材料と方法

深層水と表層水で培養した久通産カジメ（上記試験2のため、研究所内で深層水と表層水で予備培養していたもの）の3月の個体を用いて、藻体全体（仮根・茎・主葉・側葉）の水分含量、粗タンパク質、粗脂肪、炭水化物（糖質・繊維質）、灰分並びに糖質中のアルギン酸・マンニットおよびアミノ酸中のグルタミン酸の含有量の分析を行った。

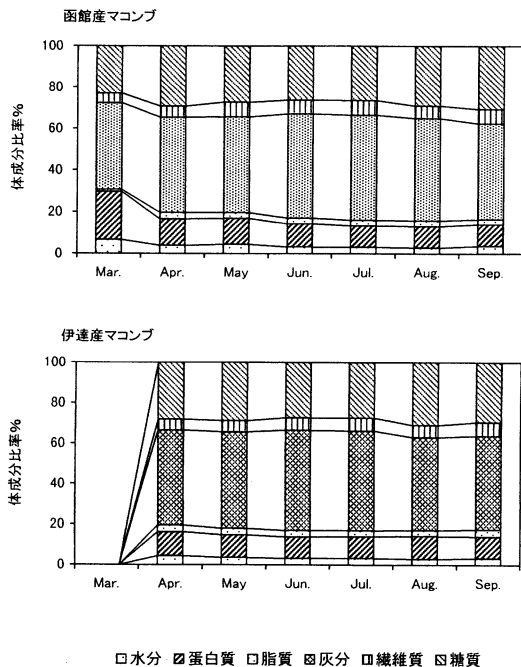


図9 深層水で培養したマコブ体成分の季節変化（1992年度）

結果

深層水と表層水で培養したカジメ体成分の違いを図10に示した。

カジメでもマコブと同様に、タンパク質と糖質が相当大きく変化しており、粗繊維、灰分でも若干の相違が認められた。その変化は、タンパク質については深層水が16.9%で表層水の3.5倍、糖質については、深層水が38.4%で表層水の0.6倍、繊維分については深層水が5.9%で表層水の1.4倍、灰分については深層水が30.1%で表層水の1.5倍であった。深層水で培養すると糖質が大幅に減少するかわりにタンパク質が増加するという傾向は、マコブでの変化と共通したものであった。糖質中のアルギン酸とマンニットの割合は表層水ではアルギン酸58%：マンニット42%であったが、深層水ではアルギン酸42%：マンニット58%に変化し、アルギン酸とマンニットの構成比が表層水と深層水では逆となっていた。深層水のマコブでは、アルギン酸含量は全成分中の21.5%で、糖質の76%を占めたが、カジメでは同じく19.7%、41.4%となり、マコブに比べるとアルギン酸の

含有量は相対的に低かった。深層水で培養した場合の糖質の主成分はマコブではアルギン酸、カジメではアルギン酸からマンニットに変化すると考えられた。

アミノ酸のうち、グルタミン酸の含有量は深層水では0.3%、表層水では3.0%で、深層水でグルタミン酸含有量が増加したマコブとは逆に、深層水のカジメではタンパク質含量は増加したものの、グルタミン酸含有量は大きく減少した。

藻体の風乾後の重量は湿重量に対して深層水で17.3%、表層水で18.1%であったが、湿重量に対する水分含量に換算すると、深層水で84.1%、表層水で83.6%となり、深層水で培養したカジメの水分含量は表層水のものより若干高めであった。深層水での培養により水分含量が増加する傾向はマコブでも同様に認められた（前述）。

以上のように、マコブ、カジメを深層水と表層水で培養し、その体成分を比較すると、深層水で培養した場合の体成分の変化は水分含量の増加など共通するものもあるが、タンパク質、糖質の変化などは一様でなく、種特異的に変化していると考えられた。

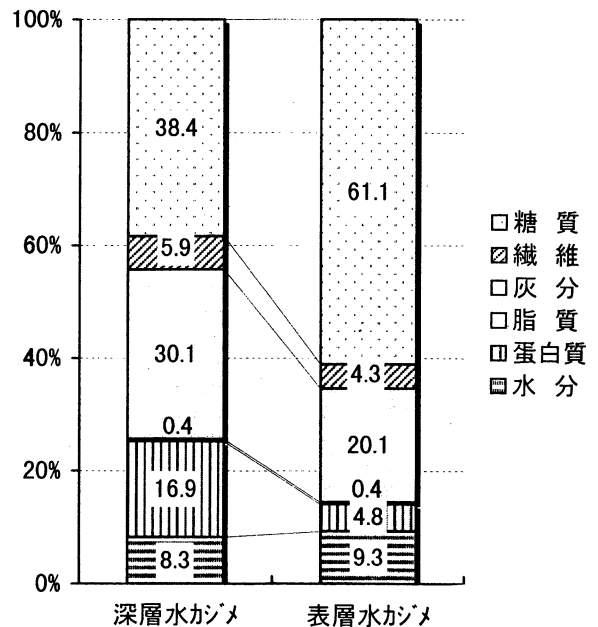


図10 深層水と表層水で培養したカジメ体成分の比較（1992年3月）

4. ヒジキの培養技術の開発

(1) 深層水中でのヒジキ幼胚の生長

材料と方法

1992年6月7日 徳島県浅川海岸に打ち上げられたヒジキを海洋深層水研究所に持ち帰り、水槽内で卵を放出、受精させて胚を採取した(6月12日)。幼胚は深層水を注入した6穴マイクロプレート(容量20ml)に1穴あたり1個ずつ付着させ、20℃、2,000lux、LD10:14のバイオチャンバーで胚の生長を観察した。

結果

ヒジキのマイクロプレートでの生長を図11の写真1～6に示した。マイクロプレートの胚(写真

1)は、播種の翌日(6月13日)には胚が細胞分裂により大きく膨らむとともに胚のとがった方の先端から仮根が伸長し始めた(写真2、写真3)。播種3日目(6月16日)には胚の先端が2叉に分かれ始め、分かれた方の先端からも仮根が伸びて、幼胚は2ヶ所から出る仮根でマイクロプレートに付着するようになった(写真4)。播種14日後には幼芽が立ち上がり、葉も2枚出始めその中央部にはさらに次の芽が小さい膨らみとなって現れた。しかし葉はまだ棍棒状であり、葉面上には細糸が多数認められた(7月13日 写真5)。その後約2週間、播種から約50日で双葉にまで生長した(葉長5mm 写真6)。

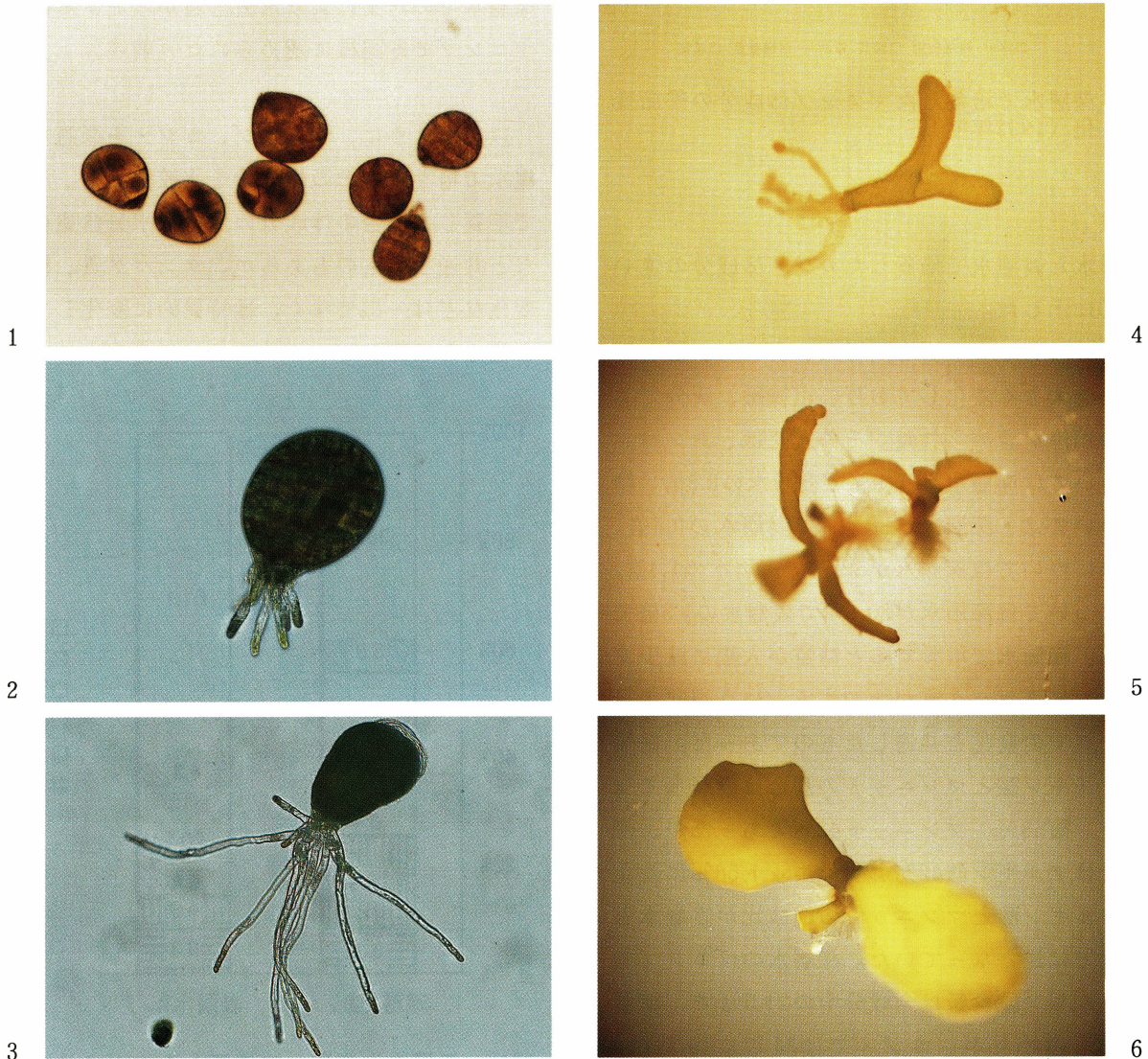


図11 ヒジキの生長過程

(2) ヒジキ養成試験

材料と方法

前記(1)と同じ胚を多孔質コンクリートプレート板(12×10×1.5cm)に播種し、20℃に調温した深層水を毎分1ℓでかけ流したヒジキ用培養器(縦×横×深さ:1.2×1×0.2m)で養成を行った。培養器は実験棟内の比較的明るい場所(約晴天時8,000~10,000Lux)に設置し、曇天時は補助照明を用い、晴天時は適宜遮光するなどの光量管理を行なった。しかし、日周期についての調整は行わなかった。

結果

播種直後にはヒジキ幼胚がプレート表面に多数付着しているのが確認できたが、数日後にはその上にケイ藻やラン藻が増殖し始め、短期間のうちに幼胚を覆ってしまったため、その後の観察は難しくなった。プレート上の幼胚が肉眼で確認できるようになったのは播種後3ヶ月以上たった9月末であった。このときの幼芽の体長は1~2mmで、上記観察の14日目に相当する大きさであった。その後もプレート上の幼芽の生長は遅く、双葉が認められたのは播種5ヶ月後の11月以降であった。茎の伸長が活発になりだしたのは12月下旬の日周が長日に転じた頃からで、このあと2月までの約1ヶ月半の間に、全長が50cmを超えるまでに生長した(図12)。しかしその後は全長がほとんど変化しないまま、播種1年後の6月には茎が根元から切れ、仮根部だけがプレート上に残る状態となった。多孔質プレートでの培養は太陽光による自然の日周期で行ったため、その生長パターンは実海域のサイクルと同じであったと考えられる。今後、深層水を藻場造成などに応用していくためには、補助光による日周期の調整などを行い、さらに進んだ種苗管理について検討する必要があると考えられる。なお、本試験で使用した培養器はヒジキ以外にもホンダワラ類などでの種苗生産に応用することもできると考えられる。

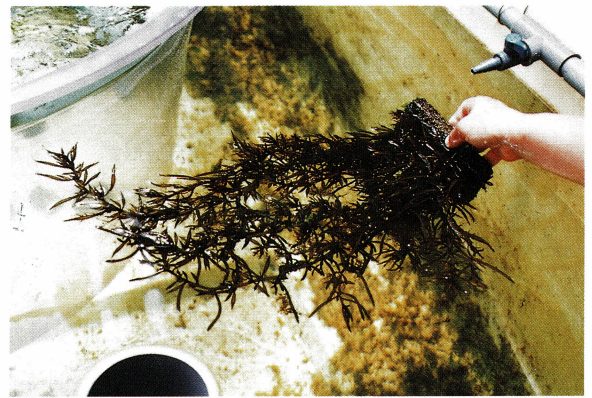


図12 生長したヒジキ(撮影しやすいように培養器から取り出し、別の水槽で撮影)

結果の要約

1. コンブ数品種を陸上水槽と深層水を用いて培養したところ、いずれの品種も培養約6ヶ月で最大の大きさを示し、最も大きく生長した個体では全長3.14mに達した。また、生長した個体では品種の特徴を明瞭に区別することができた。
2. 甲浦地先で養成したコンブ類は、深層水の個体と比較すると小さく、遊走子の放出量も少なかった。甲浦では暖海域での生育に優れた中国系マコンブの雑種が北海道産マコンブの生長を上回った。
3. コンブ類の培養結果は、深層水の海藻の培養環境としての有用性を示すものであった。
4. 伊豆産カジメを深層水で培養したところ、本県沿岸のカジメと同程度の生長が認められた。しかし、水槽内では採取地の野生株のような茎の伸長は見られなかった。
5. 深層水と表層水で培養したマコンブの体成分を比較したところ、深層水培養ではタンパク質が表層水の2.5倍に増加し、糖質は0.6倍に減少した。また、深層水と表層水ではグルタミン酸含量、糖質のアルギン酸とマンニットの構成比が変化するなど、深層水での培養は、体成分のいくつかに大きな変化を生じさせることが明らかとなった。粗脂肪、繊維、灰分の差異は小さかった。
6. 深層水培養したマコンブ2品種の月別の体成分変化は、タンパク質、糖質などはほぼ同値で推

移し、品種間の成分差は僅かであった。リンとカルシウムの含量では生長と成熟に伴うと考えられる変化が認められた。

7. 深層水で培養したカジメの体成分は、表層水に比べるとタンパク質が増加し、糖質は減少した。しかし、グルタミン酸含量ならびにアルギン酸とマンニットの構成比の変化は、マコンブとカジメで全く異なり、体成分に及ぼす深層水の影響は種特異的であると考えられた。
8. 深層水を培地として、水温、光周期を調整した環境でヒジキ胚を培養したところ、播種14日目に棍棒状の幼芽が立ち上がり、50日で双葉にまで生長した。
9. ヒジキは短日条件下では生長が遅く、長日条件下で急速に生長した。このことは、ヒジキなどホンダワラ類の種苗生産における光周期管理の重要性を示唆するものと考えられた。