

# 養殖漁場環境保全推進事業 複合養殖実証試験\*

木 村 創 ・ 山 内 信

## 目 的

魚類養殖は一般的に海水交流の比較的少ない閉鎖的な内湾で実施されており、ここでは養殖業に起因する有機物負荷に後背地からの負荷が加わり、富栄養化が問題となっている。富栄養化の機構やそこからくる弊害については種々報告されているが<sup>1-4)</sup>、今日の養殖業では水質に影響を及ぼす要因としては養殖魚の尿、残餌や糞の堆積した底泥からの窒素・リン等の溶出、懸濁物の拡散によるものがほとんどと考えられる。

しかし、尿や底泥から溶出する窒素・リンは海藻類にとっては必要な栄養塩であることから、本研究では魚類養殖場において海藻類と複合養殖を行うことによって海域の浄化を図ろうとするものである。本県においては春期から秋期にかけての高水温期はアオサ *Ulva sp.* を、秋期から春期にかけての低水温期はヒロメ *Undaria undarioides* を用いて海域浄化がある程度可能であることが示唆された<sup>5)</sup>。このうちヒロメについては食用として比較的高値で短期間の養殖で販売できることから利用価値が高く、多くの漁業者からの要望もあり広がりを見せている。しかし、アオサは現在のところ貝類の餌料として利用されているだけで、貝類養殖も同時に行う必要のあることから一部の漁業者からの要望にとどまっている。そこで、今年度は高水温期に商品価値の高い亜熱帯産海藻クビレヅタ *Caulerpa lentillifera* を用いて魚類との複合養殖の可能性について検討した。また、アオサの利用方法として、トコブシ、アワビ等への餌料価値について検討した。

## 1. クビレヅタの培養条件の検討

クビレヅタの生育に適した培養温度、培養時期、照度を明らかにすることを目的に各種条件下で培養を試み、田辺湾での養殖の可能性について検討した。

### 材料および方法

クビレヅタは沖縄県恩納村漁業協同組合で販売しているものを購入し、試験に供した。

培養温度：クビレヅタ小囊の発達した直立枝 5g をPESI液体培地180ml入れた300ml容フラスコに収容し、光量110 $\mu$ mol/m<sup>2</sup>/s、光周期12明：12暗と一定にし、培養温度を15、20、25、30 $^{\circ}$ Cの4段階を設定し、通気培養で20日間培養した。培養開始から5日ごとに培地を交換するとともに藻体重量、形態について観察した。

光条件：50cm $\times$ 70cm $\times$ 30cmのトリカルネット製の籠に陸上水槽で培養したクビレヅタを100gずつ収容し、上部に遮光幕を張ることにより遮光率30%、72%、80%の3試験区を設け、2004年7月13日から8月19日までの37日間砂濾過海水のかけ流しにより培養した。測定は6~10日ごとに行い、藻体総重量、直立部重量、匍匐茎重量、直立枝数を測定した(図1)。

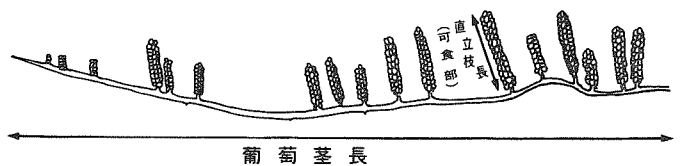


図1 クビレヅタの形状並びに測定部位

\*養殖漁場環境保全推進事業費による

培養時期：50cm×70cm×30cmのトリカルネット籠に陸上水槽で培養したクビレヅタを100gずつ投入し、水温上昇期（2004年5月16日～6月30日）、高水温期（7月13日～8月20日）、水温下降期（9月7日～10月13日）にわけて増殖試験を実施した。試験開始後10日ごとに全藻体重量を測定した。

### 結果および考察

培養温度：図2に培養温度別の生長率の推移を、図3に各温度で培養したときの形態を示す。15℃では培養直後から藻体重量が減少し、10日目には全ての藻体が枯死した。20℃では、培養開始当初生長は認められなかったが、10日目以降生長が認められ、20日目には120%に達した。25℃、30℃では5日目までは120%前後まで増加したが、30℃ではその後、匍匐茎が減少し、急激に重量が低下したのに対し、25℃では10日後には132%まで増加し、その後は増殖することなく推移した。

藻体の形態は15℃では張りがなく、白く色素がぬけ枯死していた。20℃では小囊が大きく、直立枝、匍匐茎の長い藻体並びに多数の仮根形成が観察された。25℃では匍匐茎が良く発達し、食用となる直立枝の新たな発芽も認められたが、直立枝・小囊は大きく生長することはなかった。30℃では藻体が小さく別れ、それぞれから新たな直立枝が観察された。すなわち、20℃では仮根形成と匍匐茎・直立枝の生長が、25℃では匍匐茎の生長、新たな直立枝の形成、30℃では新たな直立枝の形成が認められ、水温により生長する部位が異なるものと推察された。以上から室内でのクビレヅタの増殖適水温は25℃前後、培養できる温度は20℃～28℃と考えられた。

光条件：図4に遮光率を変えたときのクビレヅタ増殖速度の推移を示す。最も生長が良かったのは遮光率72%区で、最も生長の悪かった遮光率83%区の3倍の生長を示した。遮光率30%区は72%区より若干生長が不良ではあったが、83%区の2.4倍の生長が認められた。また、藻体の状態をみると72%遮光

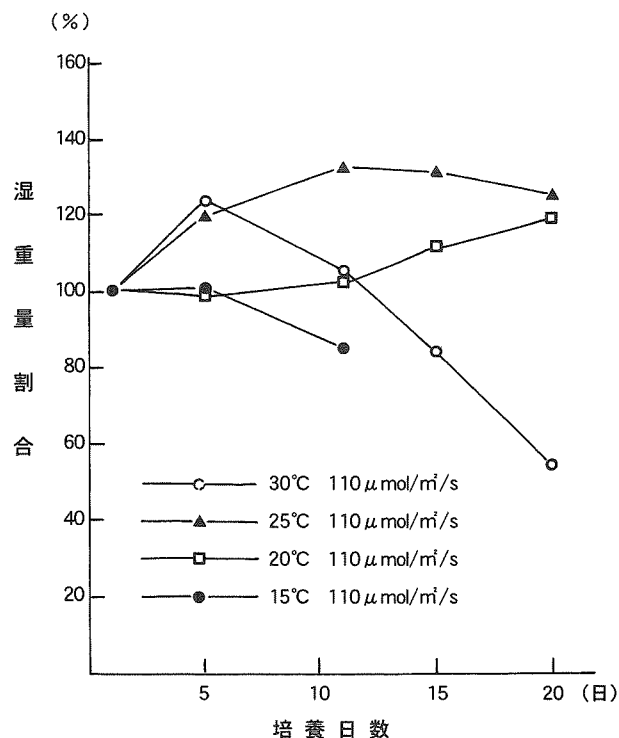


図2 培養温度別のクビレヅタ生長率 (試験開始時重量を100%とする)

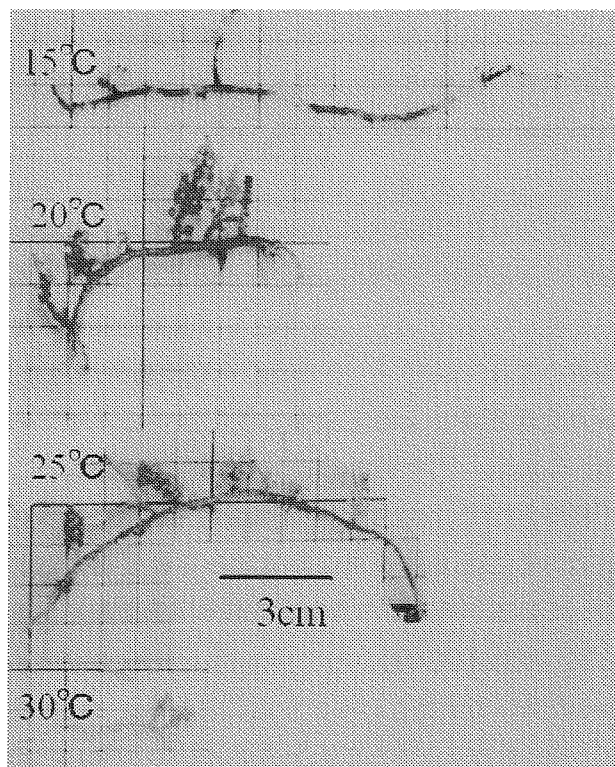


図3 各培養温度における藻体形態

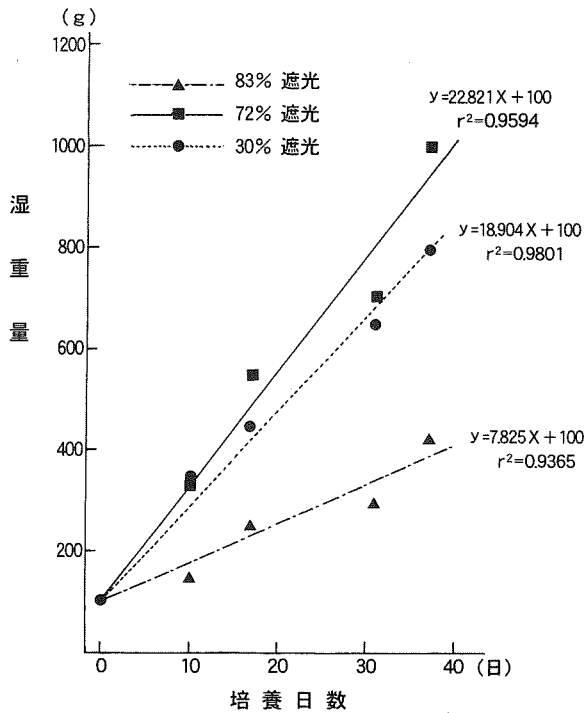


図4 陸上池培養時の遮光率を変えたときのクビレツタ増殖速度

区は匍匐茎の生長、直立枝の形成・生長が良好で、栽培籠における被度が高く、房も密に形成され、食用として利用価値が高い藻体が形成されたが、培養期間が20日を経過した頃から直立枝の形成が粗になる傾向が認められた。一方83%遮光区では匍匐茎の生長はやや低下する程度であったが、直立枝の生長並びに小囊形成は最も悪く商品として利用できる藻体はできなかった。30%遮光区では匍匐茎の生長が阻害されたが、直立枝の生長・形成は83%遮光区ほど低下することなく商品として利用できる藻体を得ることができた。以上のことから高照度では匍匐茎の生長が、低照度では直立枝の伸長が阻害され、70%前後の遮光率が本藻類の生長に適していると推察された。

培養時期：図5に各試験区の水溫変化の推移を示す。水溫上昇期は試験開始の5月16日は20.8℃、それ以降水溫は順調に上昇し試験終了の6月30日には25.7℃となった。高水溫期は7月下旬に台風の通過により水溫低下がみられたものの、27~29℃の間で推移した。水溫下降期は9月下旬までは27℃前後で

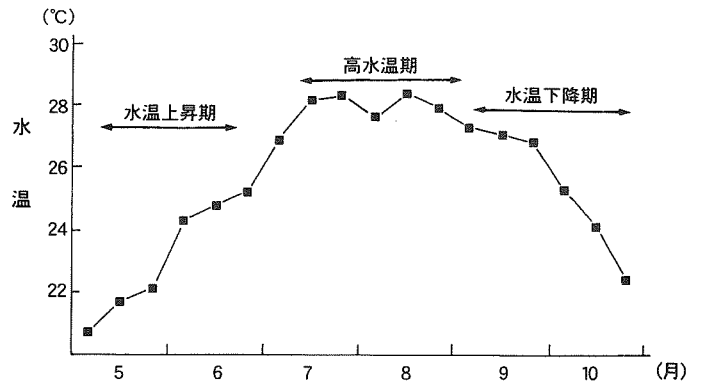


図5 クビレツタ陸上池培養試験期間中の旬平均水溫の推移

安定していたが、それ以降急激な水溫低下が認められ、試験終了時の10月13日には23.3℃まで低下した。

図6にそれぞれの時期におけるクビレツタ重量の推移を示す。上昇期は試験開始当初急激な増加は認められなかったが、水溫が25℃を超える6月4日以降、順調に生長し始め、1ヶ月の培養で5倍、1ヶ月半で12倍となった。高水溫期は試験開始当初から順調な生長を示し、1ヶ月の培養で7倍の増重がみられた。水溫下降期は水溫が25℃以上である程度増

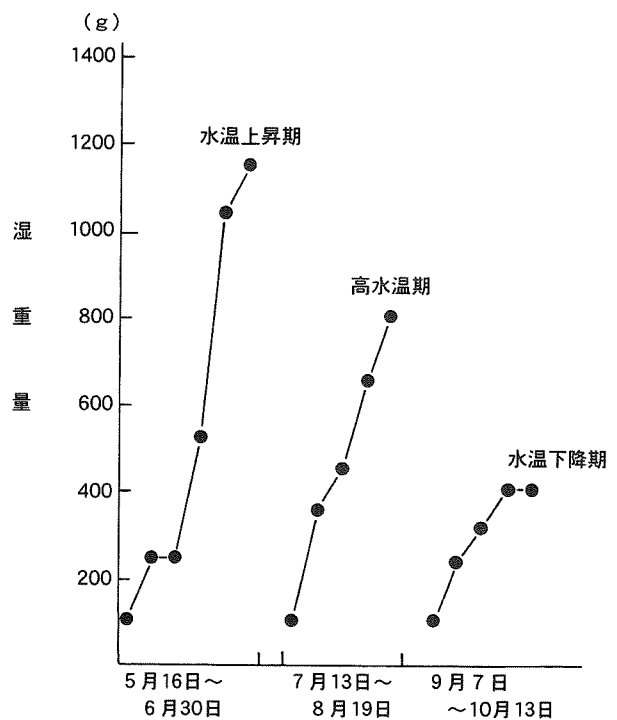


図6 異なった水溫期に陸上水槽で培養したときのクビレツタの湿重量の推移

殖が認められたが、24℃以下となった10月以降増殖は止まり、直立枝の生産も認められなくなった。室内試験の結果からも本試験同様、25℃～28℃が栄養繁殖による生長が良好であり、田辺湾でクビレツタの養殖を行うとすれば水温が25℃以上で推移する5月下旬～9月下旬が適していると考えられた。

## 2. 海面筏でのクビレツタ養殖試験

海面生け簀での養殖の可能性を知ることを目的に水深別に養殖試験を行った。

### 材料および方法

試験に供したクビレツタは沖縄県から購入したものを当研究所の陸上水槽で増殖したものをを用いた。養殖には底面直径が40cm、高さ15cmの提灯籠底面に1辺が28cmのトリカルネットを張り、底面を安定させたものをを用いた。この中にクビレツタ100gを投入し、8日間陸上池で前培養したものを当研究所の海面生け簀の水深0.3m、1.5m、3m層へ垂下し、養殖を開始した。水深別の光量については8月13日から9月17日まで毎朝9時にクロロテックACL220-PDK（アレックス電子株式会社）で測定を行い、全期間の測定値から水深別平均をとり海面を100とし、水深別の光量比で示した。養殖期間は8月13日～9月17日の35日間とし、ほぼ7日間毎に増重を測定するとともに藻体の形態について観察を行った。

### 結果および考察

水温はいずれの水深においても26.7～28.8℃で推移し、水深別に大きな差は認められなかった。水深別の光量比を図7に示す。この結果から水深0.3m、1.5m、3.0mの遮光率はそれぞれ27.4%、78.2%、87.1%となった。

図8に水深別の重量推移、図9に水深と匍匐茎重量に対する直立枝重量比の関係を示す。海面生け簀では水深0.3mが最も良好な増重を示し、35日間の培養で約4倍となった。水深1.5mでは約2.5倍まで

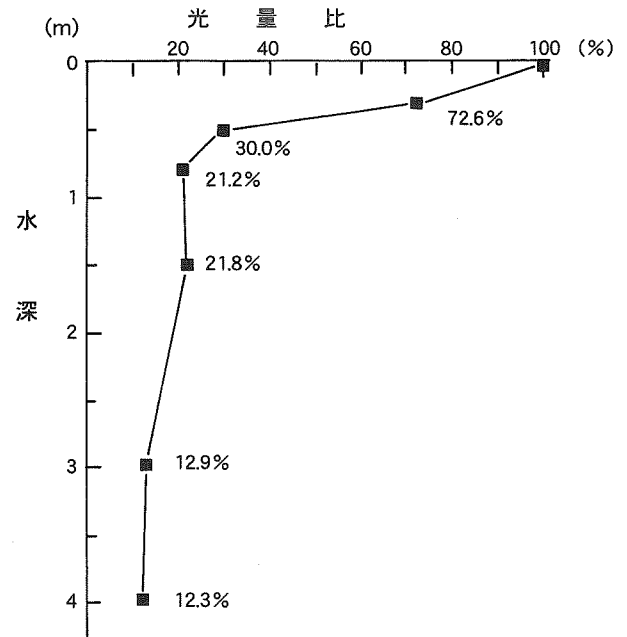


図7 田辺市目良養殖場における光量比  
(光量比は水深10mを100%として算出)  
(2004年9月10日～2004年9月30日の平均値)

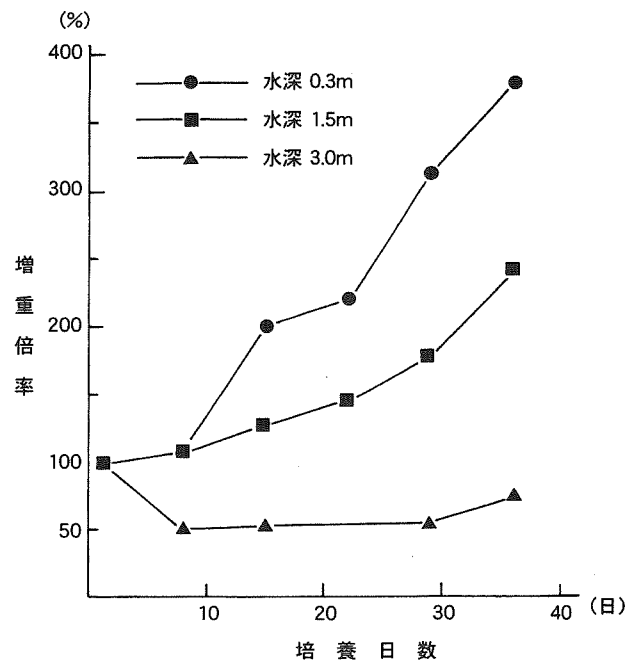


図8 海上筏において水深別に培養したクビレツタの増殖割合 (試験開始時重量を100%とする)

増殖したが、水深3mではほとんど増殖することなく推移した。また、水深別の形態は0.3mでは直立枝が密に形成されるのに対し、1.5mでは直立枝の間隔が大きくなり小囊の密度も0.3mと比較すると

## 材料および方法

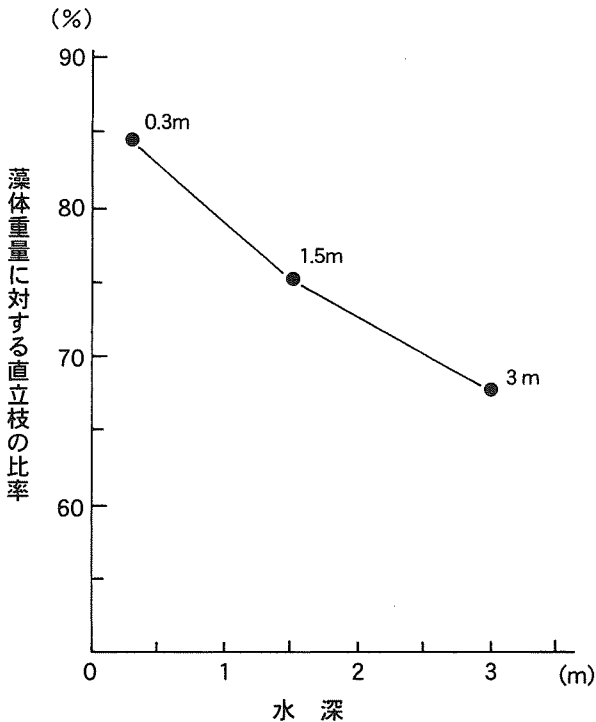


図9 水深別に栽培したときの直立枝（可食部）／藻体重量比

小さくなった。3mでは匍匐茎の生長のみが観察され、直立枝や小嚢形成は認められなかった。すなわち可食部となる直立枝は水深が浅いほど多くなる傾向が認められ、海面生け簀の養殖はできるだけ浅い場所で実施するのが最も良いと推察された。ただ、海面養殖で得られたクビレヅタは陸上で培養したものより泥や魚卵の付着が目立ち、商品としては不適なものが多くなった。また、水深の深いところではアイゴによると思われる食害も観察された。今後はアオサの培養に用いたシステムを利用して清浄な藻体が生産できるか否かについて検討する。

### 3. クビレヅタの栄養塩吸収量

クビレヅタの田辺湾における養殖の可能性が示唆されたことから、この藻類の硝酸態窒素とマダイの飼育によって排泄されたアンモニア態窒素の吸収量を測定し、複合養殖種としての可能性について検討した。

硝酸態窒素吸収量：試験には当研究所で培養したアオサとクビレヅタを用いた。それぞれの藻類は夾雑物を取り除き、田辺湾沖合海水を $0.45\mu\text{m}$ のフィルターで濾過した培養液で6日間前培養後、試験に供した。試験培地は前培養で使用した海水に硝酸態窒素が $150\mu\text{mol}/\ell$ 、リン酸態リンが $15\mu\text{mol}/\ell$ となるよう $\text{NaNO}_3$ 、 $\text{K}_2\text{HPO}_4$ を添加したものをを用いた。この培地を5ℓ容の平底丸フラスコに5ℓ満たし、これに乾重量でほぼ1.5gにあたるアオサ2g、クビレヅタ5gを投入し、水温の急激な変化を避けるために海水のウォーターバス方式とし、照度は自然状態で通気培養とした。試験は各藻類で3本をセットし、培養期間は4日間、毎日午前6時30分～午前0時30分まで3時間毎に4.5mlずつ採水し、培地中の硝酸態窒素をTRAACS800にて測定した。試験期間は10月13日～10月17日、採水時には水温・光量子の測定を行った。

マダイ飼育により排泄されたアンモニア態窒素吸収量：平均重量164gのマダイ10尾を100ℓパンライト水槽に収容、3日間（11月9日～11月12日）流水・通気にて予備飼育を行った後、止水・通気に切り替え24時間飼育した。その後、マダイを全て取り上げ、アンモニア態窒素を測定後、各水槽にクビレヅタ264g、アオサ356g、カジメ356gを投入し、通気のみで培養を行い、継時的（3時間毎）に48時間後まで採水した。採水後は海水中のアンモニア態窒素をTRAACS800で測定し、各藻類乾物1g当たりのアンモニア態窒素の吸収量を求めた。海藻投入後は蛍光灯により12明、12暗の条件とし、光量子は $37\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ であった。

## 結果および考察

硝酸態窒素吸収量：試験期間中の水温と光量子の推移を図10に示す。試験期間中の水温は $23.2\sim 25.2^\circ\text{C}$ で推移し、光量子は最大で $1,310\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ であった。

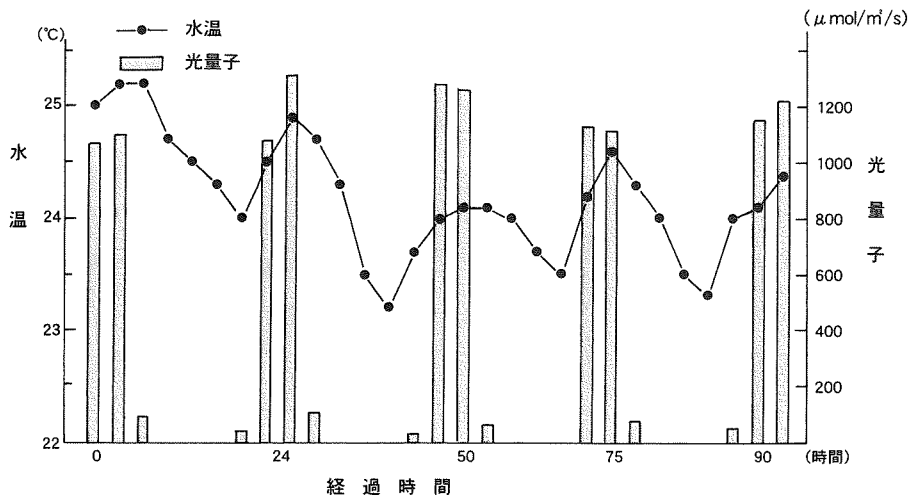


図10 試験期間中の水温並びに光量子の推移

培地中の硝酸態窒素の推移を図11に示す。アオサは1993年に木村ら<sup>5)</sup>の行った試験結果と同様に40時間以内に培地中の窒素は消失したが、クビレヅタは徐々にしか減少せず、培養96時間後においても $100\mu\text{mol}/\ell$ 以上の硝酸態窒素が培地中に残留していた。この結果から各藻類の硝酸態窒素取り込み量を算出するとクビレヅタが $23.00\mu\text{mol}\cdot\text{N}/\text{dry}\cdot\text{g}/\text{day}$ 、アオサが $2,148.31\mu\text{mol}\cdot\text{N}/\text{dry}\cdot\text{g}/\text{day}$ となり、クビレ

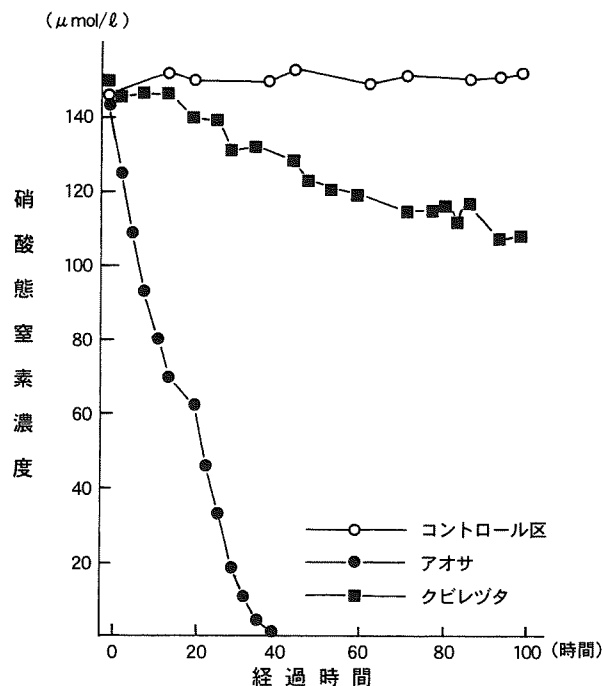


図11 クビレヅタとアオサの栄養塩吸収試験における硝酸態窒素濃度推移

ヅタはアオサのほぼ1/100しか硝酸態窒素を吸収しなかった。本県における夏期の複合養殖種として効果が認められたアオサと比較すると、クビレヅタは硝酸態窒素の取り込みが非常に遅いことが明らかとなった。

マダイ飼育により排泄されたアンモニア態窒素吸収量：飼育期間中の水温は $21.4\sim 21.8^\circ\text{C}$ で推移し、止水飼育期間を通しても斃死はなかった。マダイを止水で24時間飼育することにより飼育水100ℓ中に $10.04\text{m mol} (\pm 1.37)$ のアンモニア態窒素が排出された。その後海藻を投入することにより飼育水中のアンモニア態窒素は減少した。それぞれの藻類投入後の水槽内のアンモニア態窒素濃度推移を図12に示す。アオサでは投入後18時間で全体の8割が吸収され、以後減少することはなかった。クロメは投入後30時間で約半量が取り込まれ、以後減少することはなかった。クビレヅタは6時間後まではある程度減少したものの、以後の減少速度は低下し、48時間後においても3割程度にしか減少しなかった。この結果から各藻類のアンモニア態窒素の取り込み速度を算出すると、アオサの取り込み量は $146\mu\text{mol}/\text{dry}\cdot\text{g}$ 、カジメは $56.2\mu\text{mol}/\text{dry}\cdot\text{g}$ 、クビレヅタは $125\text{mol}/\text{dry}\cdot\text{g}$ となり、クビレヅタもアオサと同程度の取り込み速度を示し、環境浄化にはかなり有効な藻類であることが示唆された。硝酸態窒素と異なる結果が得ら

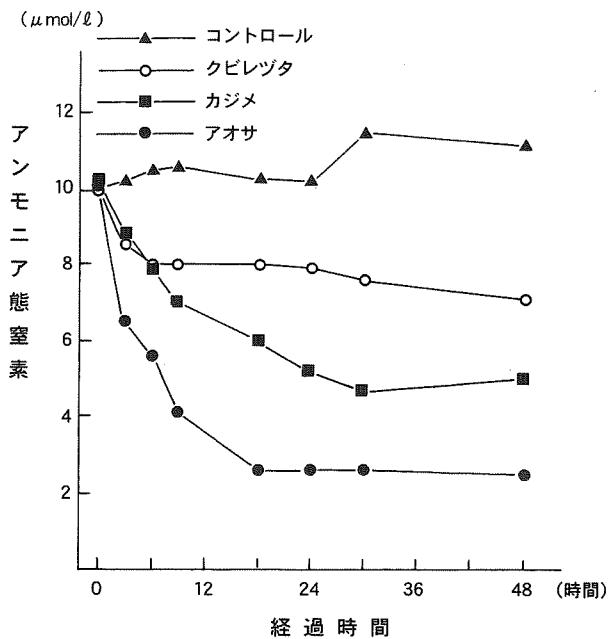


図12 水槽中におけるアンモニア態窒素の推移

れたことから現在、フラスコ内での各藻類の取り込み速度を検討中である。

#### 4. 貝類の飼育試験

複合養殖によって得られた藻類の利用方法として、貝類の餌料として用いて、この貝類を販売することにより副収入を得ることが可能である。今年度は昨年から実施しているトコブシとクロアワビ（以下アワビ）の飼育試験を継続実施した。

#### 材料および方法

トコブシ・アワビともに2002年に種苗生産し、当研究所で半年間ペレット、アオサ、ワカメ、ヒロメ等で中間育成したものをを用いた。養殖試験は50×50×80cmのトリカルネット（目合い3×7mm）に収容し、実施した。トコブシは1生け簀に平均体重2.69g（平均殻長29.6mm）の個体を300個ずつ収容し、ワカメ・ペレット区、アオサ・ペレット区、アオサ・ワカメ区、アオサ単独区を設定し、2003年9月30日から2004年11月9日まで飼育試験を実施した。測定は2004年1月16日、4月26日、それ以降はほぼ1ヶ月毎に行った。アワビは1生け簀に平均体重2.21g（平均殻長27.74mm）の個体を300個ずつ収容

し、アオサ・乾燥ワカメ（以下ワカメ）区、アオサ・ペレット区、ワカメ・ペレット区を設定した。1回目の試験は2003年9月30日に開始し、2004年7月1日まで実施した。その後は各試験区で密度に大きな差が出たことから7月1日各試験区の総重量が2.3kgとなるよう調整して2回目の飼育試験を開始、2005年6月28日まで実施した。開始時の平均重量はアオサ・ワカメ区が13.86g、アオサ・ペレット区が14.53g、ワカメ・コンブ区が11.85g、ワカメ・ペレット区が16.26gであった。給餌内容は乾燥ワカメを生ワカメにかえ、他は1回目の試験と同じとした。1回目試験の測定は2004年1月19日、4月26日、6月4日、7月1日に実施、2回目試験は2004年8月5日、9月3日、10月6日、11月9日、2005年1月24日、4月11日、6月28日に実施した。トコブシ・アワビともに測定時には任意に抽出した100個の殻長と平均重量を測定するとともに全重量を測定した。

#### 結果および考察

貝類飼育期間中の水温変化を図13に示す。飼育期間中の旬平均水温は13.6℃～28.4℃の間で推移し、平年と比較すると2003年10月から2004年9月までは高めに、それ以降は低めに推移した。表1に飼育成績を、図14にトコブシの平均重量の推移を、図15、図16にアワビの平均重量の推移を示す。

試験終了時におけるトコブシに生残率はいずれの区においても75%以上と良好で、成長はアオサ単独区が平均重量で6.70gと最も良く、次いでワカメ・ペレット区で6.35g、アオサ・ワカメ区で5.67g、アオサ・ペレット区で5.39gの順となった。また、増肉係数はアオサ単独区が3.14と最もよく、アオサ・ワカメ区で3.89、ワカメ・ペレット区で5.58、アオサ・ペレット区で6.23の順となり、特にペレットを与えた区が悪かった。ペレットは残餌として海中に溶出しているものが多いと推察され、トコブシにはペレットの給餌は海域環境の点からも良くない

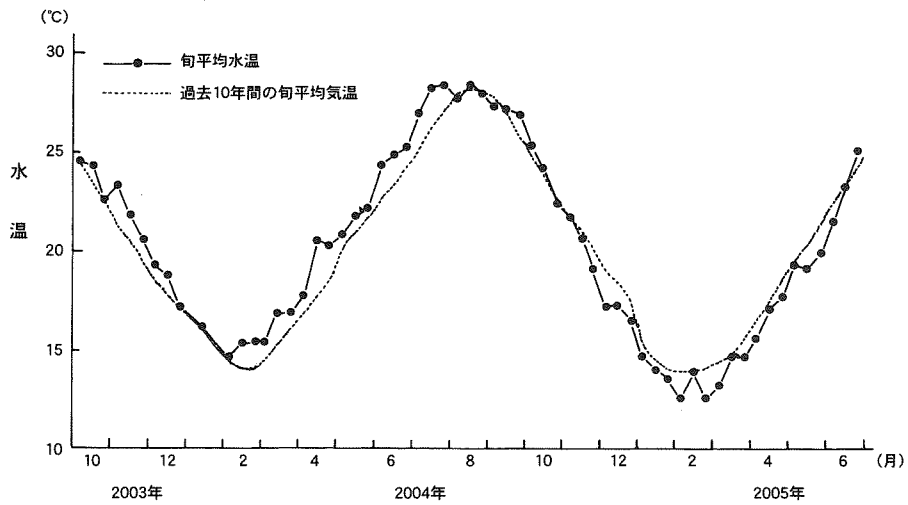


図13 貝類飼育期間中の旬平均水温推移

表1 飼料別のアワビ・トコブシの成長試験結果

種類	飼育期間	試験区	開始時			終了時					
			個体数	平均重量	平均殻長	個体数	平均重量	平均殻長	生残率	増重量(補正)	増肉係数
トコブシ	2003年9月30日 ～	ワカメ・ベレット	300	2.69	26.65	226	6.35	36.08	75.33	695.8	5.58
		アオサ・ベレット	300	2.69	26.65	257	5.39	35.23	85.67	607.3	6.23
	2004年7月1日	アオサ・ワカメ	300	2.69	26.65	269	5.67	35.20	89.67	741.3	3.89
		アオサ	300	2.69	26.65	273	6.70	35.97	91.00	1,049.2	3.14
アワビ 1回目	2003年9月30日 ～	アオサ・ワカメ	300	2.21	27.74	175	14.05	46.06	58.33	2,165.8	0.98
		アオサ・ベレット	300	2.21	27.74	162	14.79	47.76	54.00	2,167.0	1.23
	2004年7月1日	ワカメ・コンブ	300	2.21	27.74	244	11.81	43.69	81.33	2,353.0	1.26
		ワカメ・ベレット	300	2.21	27.74	91	19.93	53.56	30.33	2,076.5	0.96
アワビ 2回目	2004年7月1日 ～	アオサ・ワカメ	175	13.86	46.06	142	35.27	53.27	81.14	2,759.5	2.49
		アオサ・ベレット	162	14.54	47.76	137	39.94	55.92	84.57	3,275.1	2.25
	2005年1月24日	ワカメ・コンブ	174	11.85	43.69	149	26.72	49.70	85.63	2,012.3	3.45
		ワカメ・ベレット	161	16.26	49.54	132	42.36	57.20	81.99	3,162.9	2.83

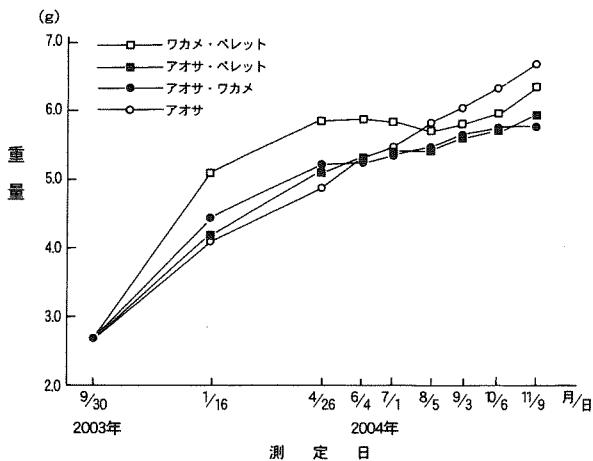


図14 飼料別飼育試験におけるトコブシの平均重量推移

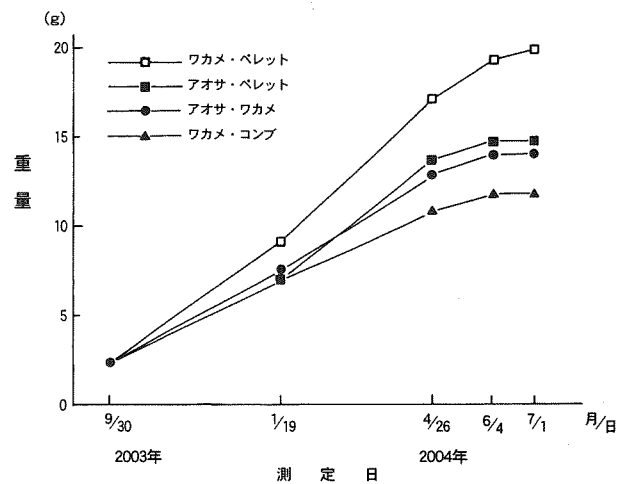


図15 飼料別飼育試験におけるアワビの平均重量推移 (2003年9月30日～2004年7月1日)



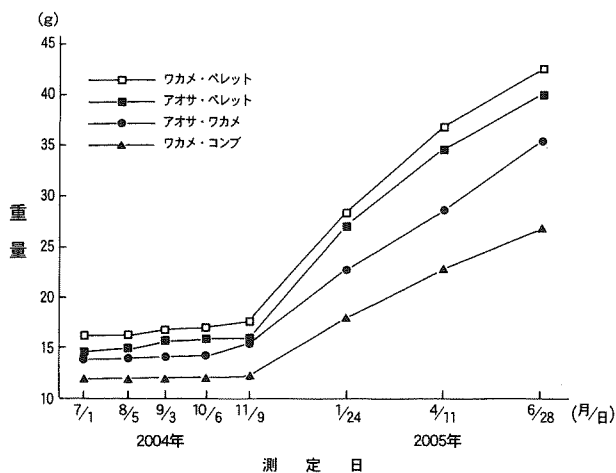


図16 飼料別飼育試験におけるアワビの平均重量推移 (2004年7月1日～2005年6月28日)

と考えられた。成長の経過は旬平均水温が25℃以下の6月までは各区とも順調に成長したが、それ以降アオサ単独区を除いて成長が停止した。水温が25℃より低下する10月以降ワカメ・ペレット区では再び成長が始まったが、アオサ・ワカメ区、アオサ・ペレット区では成長することなく試験を終了した。今回の試験では1年1ヶ月の飼育では商品サイズには至らなかったが、アオサ単独で養殖が可能なが示唆された。

1回目のアワビ飼育試験ではワカメ・コンブ区の生残率は81%と良好であったが、アオサを与えた2試験区で55%前後、ワカメとペレットを与えた区で30%と悪い結果となった。斃死は測定後に多く発生していることから、剥離による傷等が主な原因と推察された。成長については密度の最も低かったワカメ・ペレット区が試験終了時に19.93gと最も良く、次いでアオサ・ペレット区、アオサ・ワカメ区、ワカメ・コンブ区の順となり、生育密度の低い順に大きくなる傾向が認められ、本試験の成長は餌料の差よりも密度の多少によって変わったと推察された。成長の経過は生育密度の最も低かったワカメ・ペレット区を除いて旬平均水温が20℃を超えた4月以降成長は不良となった。このことから高温期にはできるだけ密度を低くして飼育する必要があると考え

られた。

2回目の飼育試験では1年間の飼育でいずれの区においても生残率は80%以上と良好な結果となり、殻長が40mm以上の個体であれば剥離傷害による斃死は少なくなった。試験終了時の平均重量はワカメ・ペレット区が42.36g、アオサ・ペレット区が39.94g、アオサ・ワカメ区が35.27g、ワカメ・コンブ区が26.72gの順となり、海藻類とペレットの複合餌料の成績が良かった。増肉係数はアオサ・ペレット区2.25、アオサ・ワカメ区2.49、ワカメ・ペレット区2.83、ワカメ・コンブ区3.45の順となり、ワカメ・コンブ区は成長同様、成績は良くなかった。成長の経過は1回目の試験同様、平均旬水温が20℃以上の10月下旬まではほとんど成長せず、20℃以下となった11月以降急激な成長が認められた。アワビは水温が20℃を超えると成長が不良となることからこの時期における漁場養殖は水深を深くする等の対策が必要となる。

現在、魚類養殖を行っている数名の漁業者が試験的に複合養殖を試みており、藻類養殖は問題もなく経過しているが、貝類養殖は夏期における病気の発生、成長低下、波浪による貝類生け簀の破損等が問題となっている。今後、貝類養殖については高水温期の養殖方法、養殖生け簀の開発を行う必要がある。

## 5. 海域別のヒロメの成長

ヒロメ養殖において、魚類養殖場の近くで実施することが生長に影響を与えているのか否かについて検討した。

### 材料および方法

当研究所で種苗生産した平均葉長0.5mmのヒロメ幼芽を用いて、太地漁港内、串本浅海漁場のマダイ生け簀横、当研究所(目良湾内)のマダイ生け簀横、周辺数キロの範囲で魚類養殖施設のない串本町江田で常法<sup>6)</sup>により12月7日から養殖を開始した。そ

の後定期的に葉長を測定し、各海域での生長を比較した。

### 結果および考察

各海域におけるヒロメ葉長の推移を図17に示す。太地の漁港内と串本浅海漁場で養殖を行ったものが最も良く生長し、2月15日の測定時には平均葉長40cm以上となっていたが、当研究所の生け簀では32.7cmと若干小さく、周辺に魚類養殖場のない串本町江田では16.6cmまでしか生長しなかった。この結果から推測すると栄養塩の高い海域ほどヒロメの生長が良好なことが伺えるが、今後各海域の海水温や栄養塩類の分析を行い、解析を行う予定である。

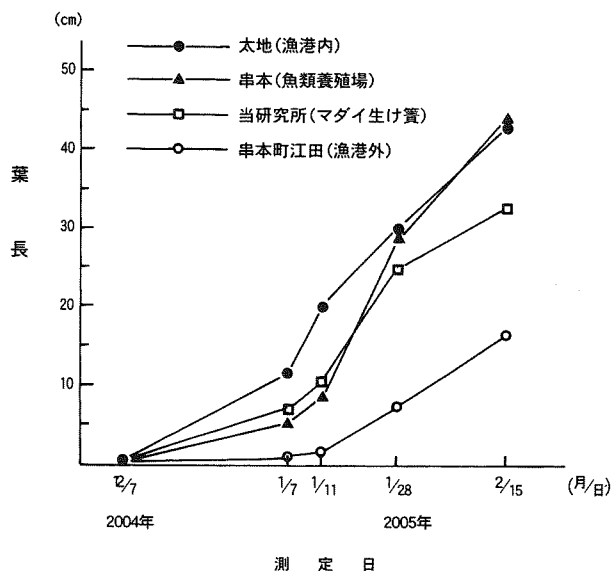


図17 海域別のヒロメ葉体の生長推移

### 文 献

- 1) 窪田敏文1977. 自家汚染の実態. 「浅海養殖と自家汚染」, (日本水産学会編), 恒星社厚生閣. 東京, pp.13-18.
- 2) 加来靖弘, 渡辺勇二郎1981. 魚類養殖漁場における沈降と堆積「内湾沿岸域における沈降・堆積過程」. (堆積研究会), (社)日本水産資源保護協会, 東京, pp.107-125.
- 3) 代田昭彦1990. 養殖場の汚染と被害の現状. 「海面養殖と養魚場環境」, (渡辺競編), 恒星社厚生閣, 東京, pp.11-27.
- 4) 門谷茂2000. 養殖漁場の環境と管理「有害・有毒赤潮の発生と予知・予防」(石田祐三郎・本城凡夫・福代康夫・今井一郎編), (社)日本水産資源保護協会, 東京, pp.236-256.
- 5) 木村創, 田中俊充2004: 海面養殖業ゼロエミッション推進対策調査事業, 複合養殖実証試験, 和歌山県農林水産総合技術センター水産試験場増養殖研究所報告, 35, 37-50.
- 6) 木村創, 能登谷正浩 1995: 和歌山県田辺湾におけるヒロメ養殖, 月刊 海洋, 27(1), 40-46.