

# 地域特産海藻養殖技術開発試験

佐藤 康子・長根 幸人・桐原 慎二

青森県沿岸には200種以上の海藻が生育するが、経済価値があつて漁獲される種は限られる。そこで、美味ではあるが生育量が少ないために漁獲販売されていない海藻を、地域の特産品として創出することを目的に、スジメについて人工採苗技術を開発し、スジメ、ガゴメ、チガイソについて養成特性と収量を把握した。

## 調査方法

### 1 人工採苗技術開発

スジメの種苗作成法を検討するため、配偶体の成熟及び幼胞子体の生長する培養条件を検討した。平成16年5月25日に八戸市地先から成熟個体を採取し、子嚢斑形成部分を切り出して滅菌ろ過海水で洗浄した後、冷暗所に1日保存した。翌日、15℃、40~60  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  下で放出させた遊走子を117個の50ml容管瓶中に移し、各々水温5、10、15、20、22、24、26、28、30℃、光量0、10、20、40、80  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、光周期15L:9D(長日)、12L:12D(中日)、9L:15D(短日)を組み合わせた117条件の定温培養器に入れ、64日間静置培養した。培地にはPESIを使用した。暗黒下の配偶体は培養40日後に15℃、短日、80  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  に、24℃ 下の配偶体は各々の同光量、同光周期下の10、15、20℃ に移し20日間培養した。培養中はおおよそ10日ごとに鏡検して遊走子の初期発生を観察し、形成された幼胞子体について葉長を測定した。

### 2 養成特性・収量の検討

#### (1) スジメ

平成15年10月31日、11月27日、12月15日に八戸市鮫町地先に沖出した種苗<sup>1)</sup>の生育状況を把握するため、平成15年11月27日、12月15日、平成16年1月19日、2月12日、3月8日、4月20日、5月12日の計7回、各々ノレン1本に生育する藻体を採取し、大型の個体から順に20個体の葉長、葉幅、葉重量を測定し、子嚢斑の有無を観察した。

#### (2) ガゴメ

平成14年11月28日に東通村石持地先に沖出した種苗<sup>2)</sup>の生育状況を把握するため、平成15年1月14日、4月11日、5月9日、6月5日、7月31日、8月26日、9月25日、11月5日、11月28日、平成16年1月27日、3月10日、4月22日、5月24日、6月21日の計14回、ノレンに生育するガゴメの葉長、葉幅、葉重量を大型の個体から順に20個体測定した。

また、平成16年9月23日に佐井村地先からガゴメを採取し、当所地先から汲み上げた濾過海水をかけ流した水槽中に移した。11月8日に子嚢斑の形成が確認されたため、子嚢斑形成部分を切り出し、滅菌ろ過海水で洗浄した後、冷暗所に1日保存した。翌日、10℃、40~60  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$  下で放出させた遊走子をクレモナ糸に付着させ、10℃、40~60  $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ 、中日条件下でPESを培地として7日に1回全量を交換して通気培養し、葉長0.5cmの種苗を得た。平成16年12月26日に、東通村石持地先に設置したノレン式養成施設の長さ9mのノレン14本に、長さ5cmに切断した種糸を20cm間隔で挟み込んだのち水深1.5~10.5mに沖出した。平成17年3月17日にノレン1本に生育する藻体を採取し、大型

の個体から順に20個体の葉長、葉幅、葉重量を測定した。

さらに、2年目以降の養成特性を把握するため、平成16年9月23日に佐井村地先から採取したガゴメ38個体を当所地先から汲み上げた濾過海水をかけ流した水槽中で保管したのち、平成16年12月26日に、東通村石持地先に設置したノレン式養成施設の長さ5 mのノレン1本に10cm間隔で挟み込んで水深1.5~6.5mに沖出した。平成17年3月17日にノレンに生育する全ての個体の葉長、葉幅を測定した。

### (3) チガイソ

前報<sup>1)</sup>で沖出した種苗の生育状況を把握するため、鮫町地先では、平成16年2月12日、3月8日、4月19日、5月17日、6月18日、7月12日、8月23日、9月14日、10月19日の計9回、東通村石持地先では、平成16年3月10日、4月22日、5月24日、6月21日の計4回、各々ノレン1本に生育する藻体を採取し、大型の個体から順に20個体の葉長、葉幅、葉重量を測定した。

また、平成16年10月26日に風間浦村地先から採取したチガイソを母藻とし、放出させた遊走子をクレモナ糸に付着させ、沖出しまでの期間10℃、40~60 μmol/m<sup>2</sup>/s、中日条件下で通気培養し、葉長0.5cmの種苗を得た。培地にはPESを使用し、7日に1回全量を交換した。平成16年12月16日に、八戸市鮫町地先に設置したノレン式養成施設の長さ4 mのノレン20本に、長さ5 cmに切断した種糸を20 cm間隔で挟み込んだのち水深1.5~5.5mに沖出した。平成16年12月26日には、東通村石持地先で、長さ4 mのノレン計35本に種糸を挟み込んだのち、鮫町と同様の施設に結着して水深1.5~5.5mに沖出した。鮫町地先では、平成17年1月20日、2月16日、3月8日の計3回、東通村石持地先では、平成17年3月17日に各々ノレン1本に生育する藻体を採取し、大型の個体から順に20個体の葉長、葉幅、葉重量を測定した。

## 結果および考察

### 1 人工採苗技術開発

スジメ遊走子を異なる温度、光条件下で64日間培養した結果を表1に示した。スジメの配偶体は、26~30℃下では21日以内に全ての条件で胚胞子のまま色素を失い枯死した。胞子体は、培養21日後に短日下10℃の40、80 μmol/m<sup>2</sup>/s、15℃の20~80 μmol/m<sup>2</sup>/s、20℃の80 μmol/m<sup>2</sup>/s、中日下15℃の40、80 μmol/m<sup>2</sup>/s、20℃の40、80 μmol/m<sup>2</sup>/s、長日下20℃の80 μmol/m<sup>2</sup>/sで観察され、10~20℃の高光量、短日下で早期に形成された。培養30日後には培養条件による幼胞子体の大きさの違いが明瞭に見られるようになり、15℃、80 μmol/m<sup>2</sup>/s、短日下では大型になった(図版-a~g)。このような幼胞子体の大きさの差は、発生時期の差によるものと考えられた。培養64日後には、胞子体は、短日、5~22℃下の18条件、中日、10~22℃下の12条件、長日、10~20℃の11条件で形成された。しかし、24℃下では配偶体は高光量ほど大型になり、雌雄を判別できるまでに生長したが、胞子体を形成しなかった(図版-h)。

表1 異なる温度、光条件下で64日間培養したスジメ遊走子の発生段階と幼胞子体形成に要した培養日数(0 μmol/m<sup>2</sup>/s下は培養40日間の結果)

温度 (℃)	光量 (μmol/m <sup>2</sup> /s)	短日(9L:15D)				中日(12L:12D)				長日(15L:9D)				
		0	10	20	40	80	10	20	40	80	10	20	40	80
5			+	++	+++	+	++	+++	+	++	+++	+	++	+++
10										0				
15														
20														
22														
24														
26		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

-、枯死；+、発芽管形成；++、2細胞期；+++、雌雄配偶体の判別。

そこで、培養40日目に24℃下の配偶体の一部を、培養瓶をよく振って碎き、一部を同様の培養瓶に植え継ぎ、各光周期、光量段階を変えずに培養温度だけを、この時期までにほぼすべての光周期下で幼胞子体が認められた温度段階である10、15、20℃に移行し20日間培養した。移行培養10日目にはすべての条件で幼胞子体を形成した。観察された幼胞子体の葉長最大値を表2に示した。遊走子からの培養では、10～20℃下の各光条件では、20日目から幼胞子体の形成が確認されたが、移行培養では10日目に胞子体が形成された。また、10℃、10  $\mu$  mol/m<sup>2</sup>/sの中日及び長日条件では、遊走子からの培養では64日目においても幼胞子体が認められなかったが、移行培養では胞子体を形成した。これから、24℃で十分に栄養繁殖させた配偶体を低温条件に移行すると短期間かつ多くの条件で幼胞子体が形成されることがわかった。

また、観察された幼胞子体の葉長最大値を表2に示したが、胞子体は、15℃、80  $\mu$  mol/m<sup>2</sup>/s、短日条件下で移行培養10日目に319  $\mu$  mになり、最もよく生長した。

表2 24℃、異なる光条件下で40日間培養した配偶体を、同一光条件下の10℃～20℃に移行培養後、10日目に観察された幼胞子体の葉長最大値 ( $\mu$  m)

温度 (℃)	光量 ( $\mu$ mol/m <sup>2</sup> /s)	短日 (9L:15D)				中日 (12L:12D)				長日 (15L:9D)			
		10	20	40	80	10	20	40	80	10	20	40	80
10		175	165	150	139	98	140	130	110	105	115	117	125
15		250	270	265	319	210	240	315	290	135	225	260	265
20		215	270	280	305	175	265	230	205	70	265	280	300

また、全く光を当てなかった暗黒下の配偶体は、培養40日後、10、15℃では2細胞、5及び20～24℃下では発芽管形成のまま維持された(表1)。これを幼胞子体が早期に形成された15℃、80  $\mu$  mol/m<sup>2</sup>/s、短日下の明条件に移行し、20日間培養したところ、全ての条件で10日後には配偶体の生長が認められ、20日後に胞子体を形成した。このことから、スジメ遊走子は、5～24℃では40日間の暗条件下での培養を通じて、発芽管を形成したまま、あるいは2細胞期のまま生存していたことが確かめられた。

スジメ胞子体は、八戸地先では、4月から成熟し始め、5月が成熟盛期となる。培養実験により、スジメ幼胞子体は、17℃以下の水温で順調に生長したことから<sup>3)</sup>、八戸地先の種苗の沖出し時期は、水温が17℃以下に低下する10月半ば以降であるといえる。配偶体は、24℃を越えない温度の暗黒下では生長しないものの生存し、十分に生長した配偶体は、効率よく幼胞子体を形成することがわかったため、クレモナ系に付着させた遊走子を、配偶体が成熟せずによく生長する条件、つまり24℃、高光量下で20日間程度培養して配偶体を十分に繁殖させ、胞子体の発芽管理まで24℃以下の暗黒下で保存した後に、15℃、短日、高光量下に移して胞子体を早期に形成、生長させることで効率よく種苗を生産できることがわかった。

## 2 養成特性・収量の検討

### (1) スジメ

八戸市鮫町地先に平成15年10、11、12月に沖出した種苗の葉長、葉幅、葉重量の平均値の変化を図1～3に示した。平成15年10月に沖出した種苗の葉長、葉幅は、沖出しから5ヶ月後の平成16年3月には、各々平均156.4cm、33.1cmで最大となった。その後、葉長は先端から流失したため、4月には74.6cmとなり、5月にはすべて枯死し、ノレン上に藻体の生育は見られなかった。葉重量は、平成16年3月には、平均213.2gで2月の同52.2gの約4倍となり、2月から3月にかけて急激に増加したが、4月には減少し、同161.7gとなった。平成15年11月に沖出した種苗の葉長、葉幅、葉重量は、

沖出しから4ヶ月後の平成16年3月には、各々平均95.3cm、18.8cm、51.4gとなった。葉長はその後減少し、5月には同67.2cmとなった。葉幅は調査終了時の5月まで増加し、同31.0cmとなった。葉重量は、4月に同133.9gで最大になり、5月には減少した。12月に沖出したものは、沖出しから3ヶ月後の平成16年3月には、葉長、葉幅、葉重量は各々平均89.1cm、24.5cm、74.6gとなった。4月には各々同126.0cm、39.5cm、265.1gで最大になり、5月には減少した。

平成15年10月に沖出した種苗は、平成16年3月には、葉長は11、12月に沖出したものの1.6~1.7倍、葉幅は1.4~1.8倍、葉重量は2.9~4.1倍となり、早期に沖出したものの生長が最も優れていた。漁業者からの聞き取りによると、漁獲対象となる天然藻体は、葉長100cm、葉幅20cm以上のもので、3月中旬から漁獲される。本試験では、10月に沖出した藻体は翌年の2月中旬には漁獲サイズに達した。また、実際に平成16年10月末に八戸鮫浦漁業協同組合のコンブ養殖施設に沖出したスジメ種苗は、2月上旬から収穫、販売できた。

さらに、平成15年10、11、12月に沖出した種苗の子囊斑形成割合の変化を図4に示したが、平成15年10、11、12月に沖出した養成藻体には、沖出し時期に関係なく、4月以降子囊斑が見られ、4月には各々62.5、15.4、71.4%の個体に子囊斑が形成された。5月には、枯死した10月沖出し藻体以外のものは、ほぼ全ての個体が子囊斑を形成した。これから、養成した藻体を採苗用母藻として利用できることがわかった。

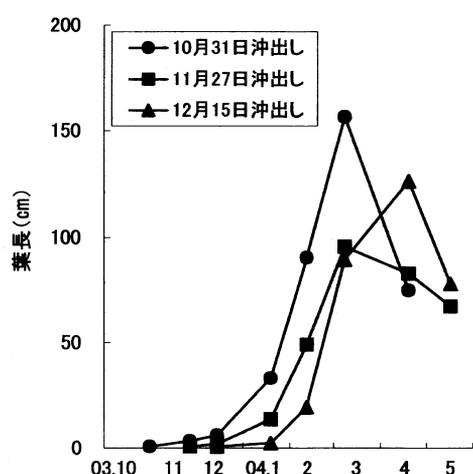


図1 八戸市鮫町地先に沖出したスジメ胞子体の葉長の平均値の変化

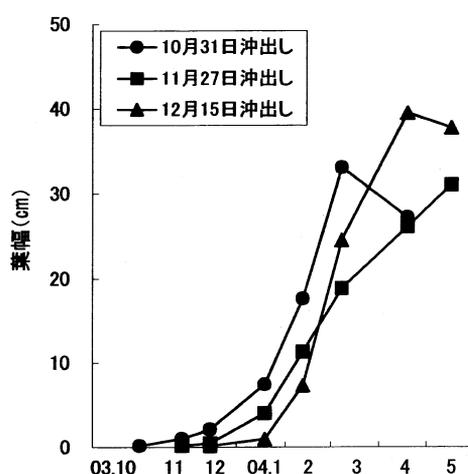


図2 八戸市鮫町地先に沖出したスジメ胞子体の葉幅の平均値の変化

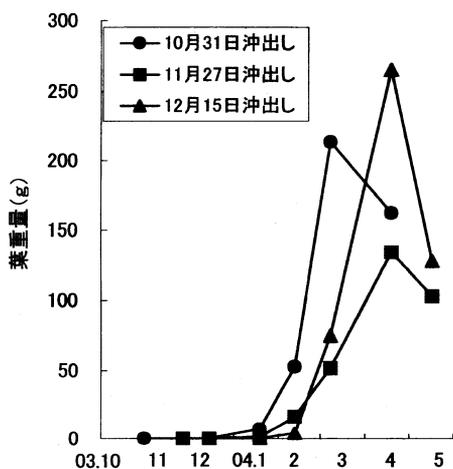


図3 八戸市鮫町地先に沖出したスジメ胞子体の葉重量の平均値の変化

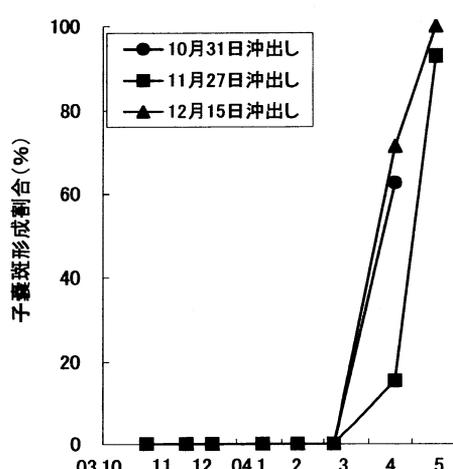


図4 八戸市鮫町地先に沖出したスジメ胞子体の子囊斑形成割合の変化

(2) ガゴメ

平成14年11月に東通村石持地先に沖出したガゴメ種苗の葉長、葉幅、葉重量の変化を図5～7に示した。葉長は、沖出しから7ヶ月後の平成15年6月に平均155.5cmで最大となった。7月以降は体が先端から流失したため減少し、平成16年1月には、平均32.4cmで最小となった。しかし、この時期には葉状部の再生が見られ、その後藻体が伸長したため、平成16年5月には平均154.3cmとなった。葉幅は葉長と同様の増減を繰り返した。このため、平成15年7月に平均21.2cmとなったのち減少し、平成16年1月以降増加して、5月には同36.0cmで最大となった。葉重量も概ね同様に变化した。平成15年7月に平均152.1gとなった後減少し、11月には同109.6gとなったが、その後藻体の伸長に伴って増加し、平成16年6月には同279.2gで最大となった。子嚢斑は、調査期間を通じて認められなかった。

また、平成15年7月にはムラサキイガイが養殖施設やガゴメ藻体に付着し、多くの藻体が脱落し、11月末には1ノレン当たり1～2個体を残すのみとなった<sup>1)</sup>。しかし、残った藻体は再生し、種苗の沖出しから1年7ヶ月後には葉重量が前年最大値の約1.8倍に増加した。このことから、2年間養成することにより商品価値の高い多年生のガゴメの養成が可能であることが分かった。

平成16年12月に東通村石持地先に沖出したガゴメ種苗は、3ヶ月後の平成17年3月には葉長、葉幅、葉重量が各々平均50.2cm、同8.5cm、同9.3gとなった。ノレンに挟み込んだ種糸には1箇所に25枚以上の藻体が生育していた。

平成14年11月に水温13℃下で沖出した種苗は芽落ち<sup>2)</sup>、室内実験では10℃以下の温度条件では種苗の芽落ちがなかったため<sup>1)</sup>、今年度は水温10℃下で種苗を沖出したところ、芽落ちは見られなかった。このことから、ガゴメ種苗は水温が10℃以下になる時期に沖出しすればよいことがわかった。

また、ガゴメは、販売サイズに生長するためには2年間養成する必要があることから、2年目以降の養成特性を把握するため、平成16年12月に東通村石持地先に天然藻体を沖出した。沖出した藻体は、沖出し時の葉長、葉

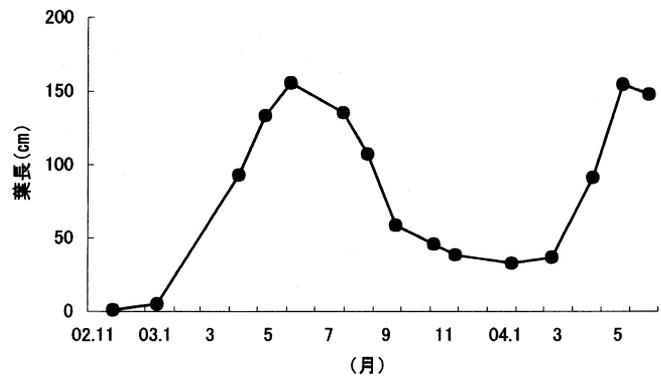


図5 東通村石持地先に沖出したガゴメ胞子体の葉長の平均値の変化

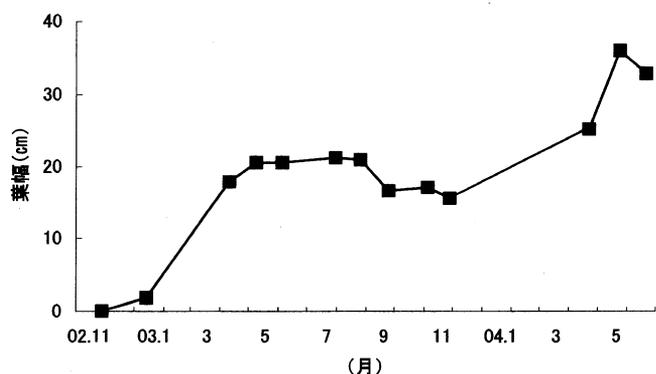


図6 東通村石持地先に沖出したガゴメ胞子体の葉幅の平均値の変化

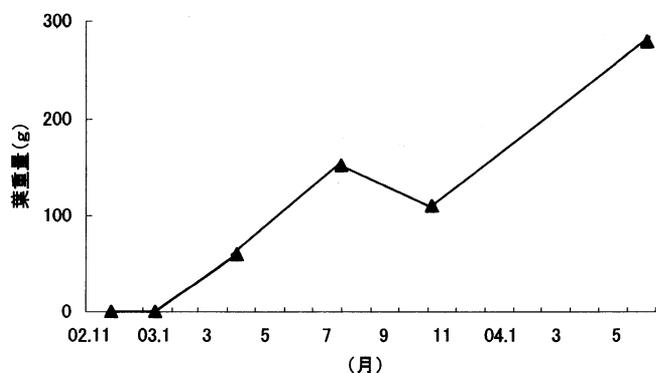


図7 東通村石持地先に沖出したガゴメ胞子体の葉重量の平均値の変化

幅が各々平均51.5cm、同17.1cmであった。沖出しから3ヶ月後の平成17年3月にはノレン上に28個体のガゴメ藻体が観察でき、葉長、葉幅は各々平均81.6cm、同21.3cmとなった。葉状部には再生がみられ、再生部分の長さは52.8cmであった。平成17年4月以降も継続して観察し、生育特性を明らかにする予定である。

ガゴメ養殖においては、7月以降、養殖施設にムラサキイガイが多量に付着するため2年継続しての養殖が困難である。このため、今後、ムラサキイガイが繁殖しはじめる7月に養成藻体を取り外して新たな養成ローブに挟み替える養殖方法を検討する予定である。

### (3) チガイソ

平成15年12月に八戸市鮫町地先に沖出した種苗の葉長、葉幅、葉重量の変化を図8～10に示した。沖出した種苗は、沖出しから2ヶ月後の平成16年2月末以降急激に生長した。4月以降胞子葉を形成し、5月には子嚢斑を形成した。5月には葉長、葉幅、葉重量は、各々平均130.0cm、同10.4cm、同38.3gで最大となった。6月以降は先端から体が流失したためいずれも減少した。また、7月には葉状部の再生が見られたが、コケムシ、ムラサキイガイ、フジツボなどが付着した。10月には葉状部は全て流失し、莖状部を残すのみとなった。

平成15年12月に東通村石持地先に沖出した種苗の葉長、葉幅、葉重量の変化を図11～13に示した。沖出した種苗は、3月から胞子葉を形成し、4月には子嚢斑を形成した。4月には葉長、葉幅、葉重量は、各々平均149.1cm、同17.1cm、同56.2gで最大となった。その後体が先端から流失し、6月末には葉状部はほとんど流失した。これ以降は、莖状部を残すのみとなり、葉状

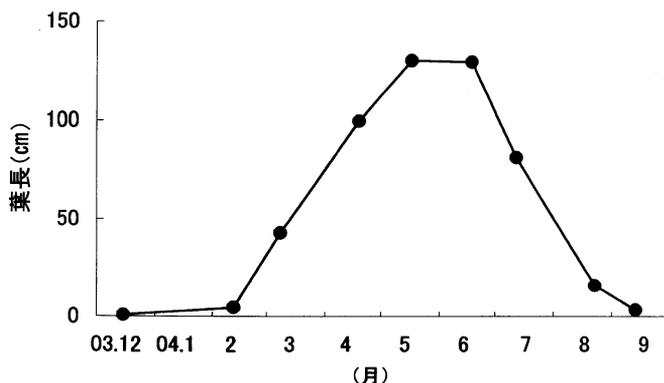


図8 八戸市鮫町地先に沖出したチガイソ胞子体の葉長の平均値の変化

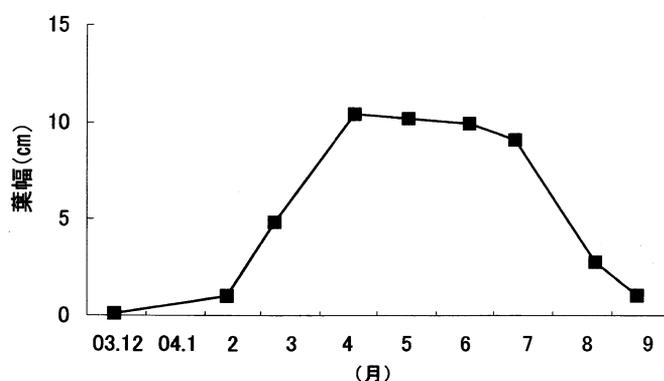


図9 八戸市鮫町地先に沖出したチガイソ胞子体の葉幅の平均値の変化

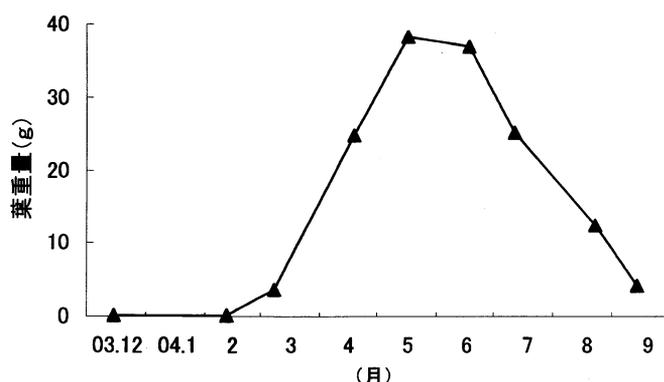


図10 八戸市鮫町地先に沖出したチガイソ胞子体の葉重量の平均値の変化

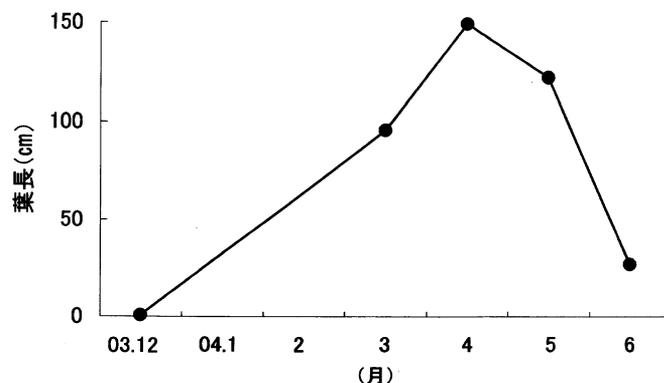


図11 東通村石持地先に沖出したチガイソ胞子体の葉長の平均値の変化

部の再生は見られなかった。

両地先に沖出しした種苗の葉長、葉幅、葉重量の変化を比較したところ、最大、最小値、孢子葉発出、子嚢斑形成の時期は石持地先に沖出しした種苗の方が約1ヶ月早かったが、同様の季節変化を示した。また、葉長、葉幅、葉重量の最大値は、石持地先に沖出しした種苗の方が大きく、各々1.1倍、1.6倍、1.5倍であった。

平成14年12月に鮫町、石持地先に沖出ししたチガイソ種苗は、平成15年6月まで生長し、夏季以降には先端から藻体が枯死したものの、その後葉状部が再生、生長した<sup>1)</sup>。これに対し、平成15年12月に沖出しした種苗は、前年に比べ早期に藻体が流失し、その後葉状部の再生は見られなかった。このような違いの要因の一つとして水温が考えられた。室内実験では、15℃以上の水温は幼孢子体の生育には適さないことがわかっている<sup>2)</sup>。鮫町近隣の階上

町地先の水温は、平成16年は平年より高めに推移し、種苗沖出し後に水温が15℃以上になった時期及び期間は各々6月第6半旬、28半旬であった。一方、平成15年では、各々8月第1半旬、22半旬で、平成16年に比べ15℃以上の水温の期間が約1ヶ月間短かった。石持地先についても近隣の関根浜地先の水温を見ると、種苗沖出し後に水温が15℃以上になった時期及び期間は、平成16年では7月第1半旬、29半旬、平成15年では7月第3半旬、25半旬となり、鮫町地先と同様の傾向であった。これから、平成16年は平成15年に比べ、チガイソ孢子体が生育しにくい水温環境であったと考えられる。

また、鮫町、石持の両地先において葉長が最大となった時期の水温を調べたところ、平成15年は各々10.7℃、12.0℃、平成16年は各々11.1℃、9.2℃であった。このことから、チガイソの収穫適期は種苗沖出し後水温が10℃前後に上昇する時期であると考えられた。

今後も両地先にチガイソ種苗を沖出しし、その後の生育状況を観察する予定である。

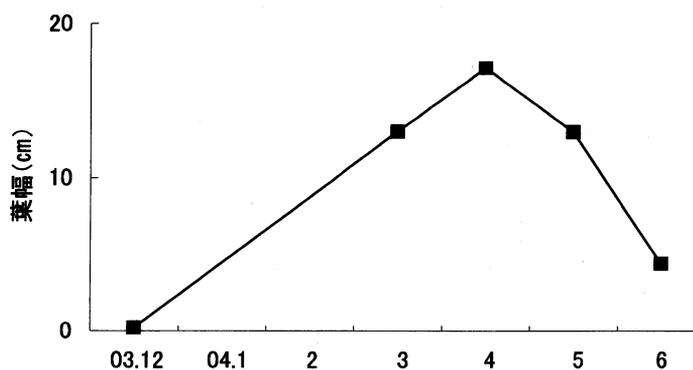


図12 東通村石持地先に沖出ししたチガイソ孢子体の葉幅の平均値の変化

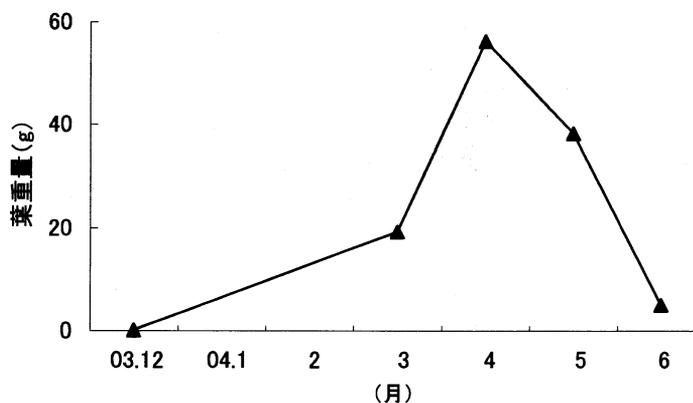
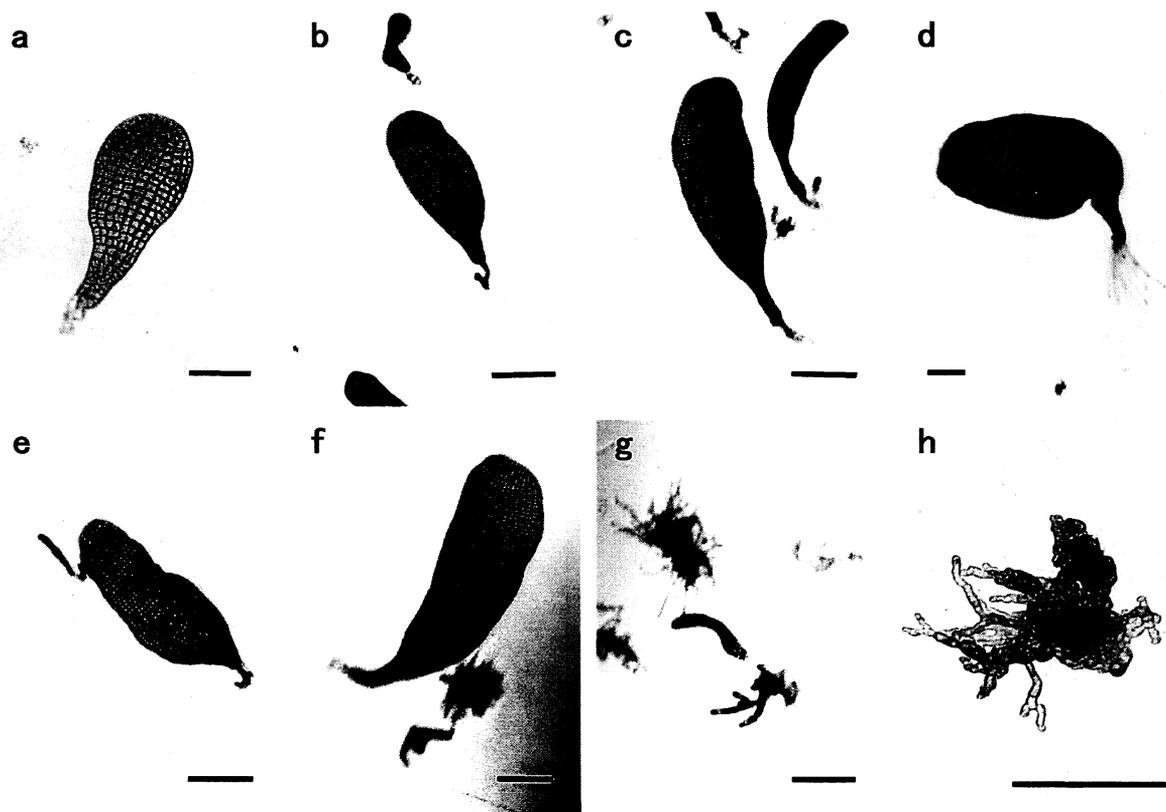


図13 東通村石持地先に沖出ししたチガイソ孢子体の葉重量の平均値の変化

## 参考文献

- 1) 佐藤 康子・木村 博聲 (2004) : 地域特産海藻養殖技術開発試験.青森県水産総合研究センター増養殖研究所事業報告, 第34号, 299-306.
- 2) 山内 弘子 (2003) : 地域特産海藻養殖技術開発試験.青森県水産増殖センター事業報告, 第33号, 295-299.
- 3) 山内 弘子・高梨 勝美・中田 健一・藤川 義一・相坂 幸二 (2003) : 地域特産海藻養殖技術開発試験.青森県水産増殖センター事業報告, 第32号, 343-354.



図版 培養30日目のスジメ遊走子 (スケール: 200  $\mu$ m)

- a 10°C, 80  $\mu$ mol/m<sup>2</sup>/s, 短日条件下の幼胞子体
- b 15°C, 20  $\mu$ mol/m<sup>2</sup>/s, 短日条件下の幼胞子体
- c 15°C, 40  $\mu$ mol/m<sup>2</sup>/s, 短日条件下の幼胞子体
- d 15°C, 80  $\mu$ mol/m<sup>2</sup>/s, 短日条件下の幼胞子体
- e 20°C, 80  $\mu$ mol/m<sup>2</sup>/s, 短日条件下の幼胞子体
- f 15°C, 80  $\mu$ mol/m<sup>2</sup>/s, 短日条件下の幼胞子体
- g 15°C, 80  $\mu$ mol/m<sup>2</sup>/s, 短日条件下の幼胞子体
- h 24°C, 80  $\mu$ mol/m<sup>2</sup>/s, 短日条件下の雌性配偶体