

クビレオゴノリ養殖技術開発

山田真之*, 須藤裕介

A Study for the Development of Aquaculture Technique of *Gracilaria blodgettii* (Rhodophyceae) in Okinawa

Saneyuki YAMADA* and Yusuke SUDOU

沖縄県ではモズク類に続く海藻養殖の対象種として、県内で広く食用として利用されているクビレオゴノリの養殖技術の開発が求められている。県内では昭和60年代からこれまでに果胞子を用いたクビレオゴノリの養殖試験が行われ、実際に収穫まで至ったが、養殖業としては定着していない。このような状況の中、平成7年に四分胞子を用いた養殖技術が開発され、平成13年には収穫まで行われたが、その後研究は中断している。そこで本研究は四分胞子を用いた養殖技術を確立することを目的に、今年度は母藻となる四分胞子体の育成と、栄養繁殖に関する基礎的試験を行った。平成18年5月2日に、名護市屋我地で採集した雌性配偶体から果胞子を採取し、四分胞子体の育成を行った。また、県海洋深層水研究所で培養されていた四分胞子体を用い、照度や栄養塩濃度に対する生長試験を行った。その結果、平成18年5月2日に採取した母藻から四分胞子を育成し、同年9月には四分胞子の放出を確認した。また、生長試験の結果、四分胞子体は光量子量 $128\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ で、肥料を施肥することで、雑藻も少なく、生長が速くなることを確認した。

目的

南西諸島のみ分布するクビレオゴノリは、沖縄ではモイ豆腐の原料（寒天の材料）、刺身のツマや海藻サラダとして用いられている。天然海域では礁湖内の水深0~1m前後の砂地に生育しており、名護市屋我地やうま市与那城照間では、浜下り（沖縄県内での潮干狩りの呼び方）の際に良く採られている。名護漁協や与那城町漁協では市場価格が湯がいた藻体で1,000円/kgと高値で流通しており、漁業者からは養殖技術の確立が期待されている。

昭和60年代から水産業改良普及センターでは果胞子採苗によるクビレオゴノリの養殖の研究が行われてきたが、夏場の管理の難しさから養殖としては定着しなかった（瀬底, 2001）。しかし、平成7年に沖縄県栽培漁業センターにて、果胞子から四分胞子体を育成する技術が開発され、平成13年にはその技術を用いて水産試験場（現水産海洋研究センター）で、四分胞子を採苗した網から10kgの収穫が行われた（諸見里, 2006）。

オゴノリ類の生活環は、無性の藻体（四分胞子体）から四分胞子が放出され、その胞子は雄と雌の藻体（配偶体）へと成長する。雄の配偶体から放出された精子が雌の配偶体上の造果器で合体し、嚢果を作る。そして、嚢果から放出される果胞子が成長すると四分胞子体となる。オゴノリ類は四分胞子体→四分胞子→配偶体（雌雄）→果胞子→四分胞子体と生活環を一周するのに2種類の藻体と2種類の

胞子を経る。オゴノリ類は同型世代交代を行い、2n世代の四分胞子体とn世代の配偶体を持つ（山本, 1993）。また、2n世代の四分胞子体からは大量の胞子を得ることが出来るため（諸見里, 2006）、クビレオゴノリの大量培養と生産が可能となる。

今年度はこれまでの研究成果を再現するため、果胞子の採取と四分胞子体の育成を行った。また、母藻となる四分胞子体の適正培養条件を明らかにするため、光強度と施肥量別の生長試験を行った。

材料及び方法

1) 果胞子採取と四分胞子体育成

果胞子採取に用いた藻体は、平成19年5月2日に沖縄本島北部名護市屋我地島の屋我地ビーチ付近の水深1mの砂礫底の場所から採取した。果胞子の採取は、果胞子嚢が十分に発達しているものを選び、滅菌海水で藻体を軽くすすぎ、500mLの密閉容器に入れ人工気象器内で明12H・暗12H・23°Cの条件下で果胞子の放出状況を観察した。収容5日目の5月7日には、容器底面に桃色の果胞子が沈殿した。放出された果胞子を顕微鏡下でマイクロピペットを使用して雑藻と選別し、セルカルチャー用プレートで単藻培養を行った。単藻培養用の培地は滅菌海水のみと滅菌海水にKW21（第一製網製藻類培養液）を0.5mL/L施肥したものをを使用した。培地は人工気象器の中で明12H・暗12H・23°Cの

*Email: yamadasn@pref.okinawa.lg.jp

条件下で保存した。単藻培養中は藻体長が1 cmになるまで換水せずに静置し、それ以降は1週間に1回の頻度で換水を行った。藻体長が2 cmになった頃から四分孢子体を8個ずつまとめて3回に分け、通気培養した。通気培養後は1週間に1回の頻度で換水を行い、藻体の総重量を計測した。培養に用いた海水はオートクレーブで滅菌後(120°C 15分)、海水1 Lに対しKW21を0.5 mL添加して使用した。

2) 栄養繁殖試験

供試藻体は、平成13年度に分離され、その後現在まで久米島の県海洋深層水研究所で流水下で通気培養されていた四分孢子体を用いた。

① 光量子量・施肥量別生長試験

1 L三角フラスコを使用して光量子量別(65 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$ 区と128 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$ 区)の2区に、それぞれKW21を海水1 L当たり0, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00 mL添加した。各区に(藻体の先端から5 cmで切った)クビレオゴノリ5本を入れ、明12H・暗12H・25°Cに保ちながら通気培養した。藻体は1週間毎に総湿重量と藻体長を測定した。試験は平成19年11月28日から平成20年1月15日までの49日間であった。

② 肥料種類別・施肥量別生長試験

前試験の結果を受け、施肥量の絞り込みのため、1 L三角フラスコを使用してKW21を海水1 L当たり0, 0.05, 0.10, 0.20, 0.30, 0.40, 0.50 mL添加した7つの濃度で試験を行った。また、KW21を添加した試験では試験中に珪藻の繁茂が見られたことから、珪藻防除の成分が含まれるポルフィランコンコ(第一製網製ノリ糸状体栄養剤)を肥料に使用し、1 L三角フラスコにポルフィランコンコを海水1 L当たり0, 0.025, 0.050, 0.075, 0.100 mL添加した5区を設けた。照度は128 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$ として、その他培養条件は光量子量・施肥量別生長試験と同様とした。試験は平成20年1月28日から平成20年3月4日までの35日間であった。

クビレオゴノリの日間増重率 μ については下記の式を使って求めた。

$$\mu = (1nW_1 - 1nW_0) / t$$

W_1 : t日後の重量

W_0 : 開始時の重量

結果

1) 果孢子採取と四分孢子体育成

収容5日後の5月7日に容器の底面に果孢子が放出され、桃色を呈した孢子の固まりを確認した。

無施肥区は2ヶ月たっても藻体は確認できなかったが、施肥区は1ヶ月目に藻体を確認できた。一方無施肥区は3ヶ月たっても藻体を確認できなかった。

藻体長5 mmになった藻体を通気培養に移した場合、そのままプレートで止水培養した場合に比べて生育が悪くなった。

3回の試験で藍藻による影響を強く受けるまでの期間の日間増重率を求めたものを表1に示す。

表1. クビレオゴノリ四分孢子体日間増重率

	開始時	終了時	日数	日間増重率
	重量(g)	重量(g)		
1回目	2.9	251.0	108	0.0413
2回目	0.5	138.8	94	0.0599
3回目	8.0	137.1	67	0.0424

9月19日には1つの容器で四分孢子の放出の開始が確認された。しかし、人工気象器の設定ミス(明24H・暗0H・23°C)から、四分孢子の放出は1週間程度で止まり、以降孢子の放出は確認されていない。

10月12日には培養中の3つの容器の内の藻体の1つに藍藻が見られ、12月には全ての培養器に藍藻が繁茂した。

2) 栄養繁殖試験

① 光量子量・施肥量別生長試験

湿重量の変化を図1、日間増重率を表2に示す。

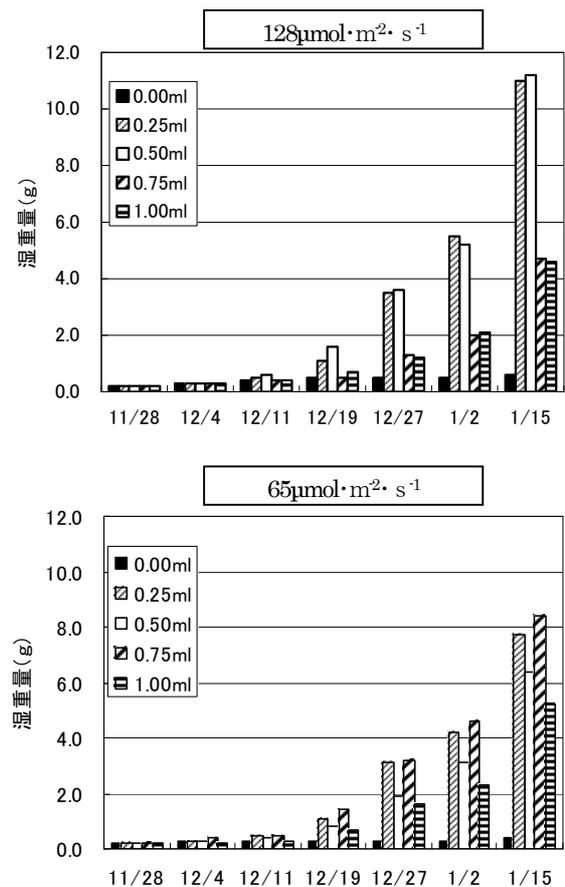


図1. 光量子量・施肥量別の湿重量変化

表2. 光量子量・施肥量別の日間増重率

光量子量 ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	施肥量 (mL)	開始時 湿重量 (g)	終了時 湿重量 (g)	日間 増重率
128	0	0.2	0.6	0.022
	0.25	0.2	11.0	0.082
	0.50	0.2	11.2	0.082
	0.75	0.2	4.7	0.064
	1.00	0.2	4.6	0.064
65	0	0.2	0.4	0.014
	0.25	0.2	7.7	0.075
	0.50	0.2	6.4	0.071
	0.75	0.2	8.4	0.076
	1.00	0.2	5.2	0.066

試験は平成19年11月28日から平成20年1月15日までの49日間行った。

低光量子量 ($65\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) の場合, 高光量子量 ($128\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 区) に比べて肥料の濃度を高くした方の生長が早かった. 成長が良かったのは $128\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 区の KW21 濃度 0.25mL と 0.50mL であった. 次いで $65\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ の 0.75mL と 0.25mL の順になった. 藻体重量は光量子量 $65\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ に比べて, $128\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 区の方が増加した. また, 栄養塩を添加した方がしないものより生長は良いが, $128\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ で 0.75mL 以上, $65\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ で 1.00mL 以上添加すると生長は悪くなった.

栄養塩が多いと形状的にも藻体が丸みを帯びたように曲がり, 枝の先端も尖らない. 栄養塩を添加しない場合は2週間で藻体の色が赤色から黄色へと変化した.

② 肥料種類別・施肥量別生長試験

重量の変化を図2, 日間増重率を表3に示す.

栄養塩別に見ると, ポルフィランコンコより KW21 の方が生長が良かった. しかし, KW21 は試験開始から数週間で珪藻や藍藻の増えていくのが観察された. 一方, ポルフィランコンコの方は雑藻は見られず, 順調に生長した. 最も生長が早かったのは KW21 を 0.100mL 添加した区であった. これに対し, ポルフィランコンコ 0.050mL 添加でも 0.102 と高い数値を示した上, ポルフィランコンコ添加区は天然に近い, 真っ直ぐにのびた藻体に生長した.

考察

1. 果孢子採取と四分孢子体育成

今年度は果孢子から四分孢子体に育成することが出来た. ただし, (大城, 諸見里私信) の研究では四分孢子体から長期間にわたり大量の四分孢子が放出されたが, 本試験での四分孢子体は9月19日に孢子の放出を確認して以降, 人工気象器の設定ミスや, 藍藻の増加によって孢子の放出を観察できなかった.

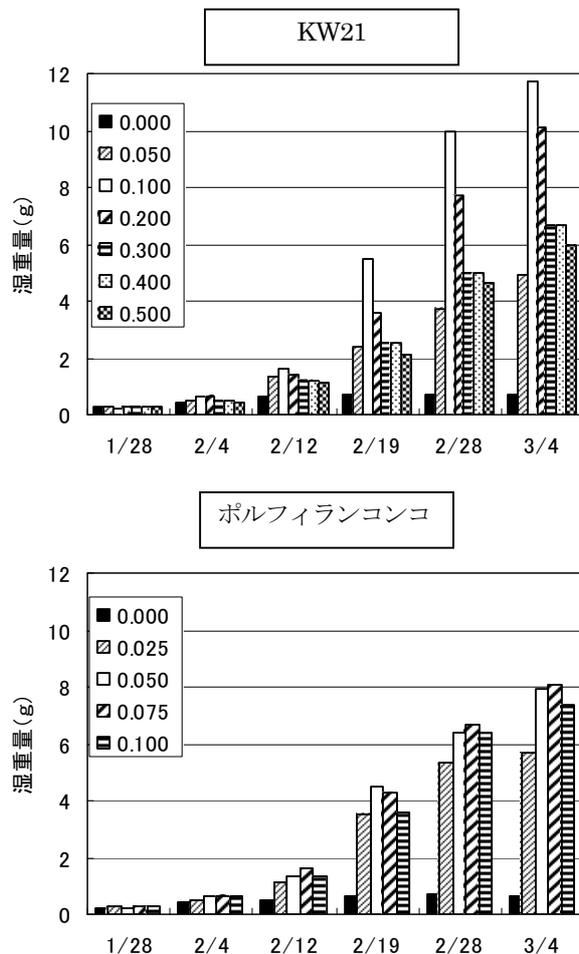


図2. 肥料種類別・施肥量別の湿重量変化

表3. 肥料種類別・施肥量別の日間増重率

肥料種類	施肥量 (mL)	開始時 湿重量 (g)	終了時 湿重量 (g)	日間 増重率
KW21	0	0.3	0.7	0.024
	0.050	0.3	4.9	0.078
	0.100	0.2	11.7	0.113
	0.200	0.3	10.1	0.098
	0.300	0.3	8.7	0.094
	0.400	0.3	6.7	0.086
ポルフィ ランコン コ	0	0.2	0.6	0.031
	0.025	0.3	5.7	0.082
	0.050	0.2	7.9	0.102
	0.075	0.3	8.1	0.092
	0.100	0.3	7.4	0.089

試験は平成20年1月28日から平成20年3月4日までの35日間行った。

2. 栄養繁殖試験

KW21とポルフィランコンコでは、ポルフィランコンコの方が天然状態に近い形状に育つことが観察された。また、ポルフィランコンコ添加区では雑藻も押さえられたため、フラスコ培養では扱いやすかった。

須藤(2002)は屋内1 kL円形タンクでのクビレオゴノリの培養の結果、日間増重率は4%程度であったが、今回のフラスコ試験では最大11.3%であった。また、クビレオゴノリを培養する際には栄養塩の添加量が多すぎると生長が悪くなるとの報告があり(寺田, 能登谷, 2001), 本試験のポルフィランコンコ0.075mL以上の添加区では同様の傾向が得られた。

今後の課題

クビレオゴノリを養殖業として定着させるには、種付け用の母藻となる四分孢子体の培養と四分孢子体を成熟させる技術の確立が不可欠である。

本年度は栄養塩の種類と適正濃度を明らかにした。次年度は人工気象器を使用して培養適水温について試験を実施する。

四分孢子体培養時の一番大きな課題としては雑藻除去で

ある。今回培養中に珪藻や藍藻を混入してしまい、廃棄した。珪藻については酸化ゲルマニウムで押さえることが出来る。しかし、藍藻が混入した場合は薬品による防除が出来ず、肥料を入れるとそのほとんどが藍藻に吸収されるためか、藻体が著しく弱り、最終的に藍藻に覆われてしまった。

文献

- 山本弘敏, 1993 : *Gracilaria verrucosa* (Huds) Papenfuss (オゴノリ). 「有用海藻誌～海藻の資源開発と利用に向けて～」堀 輝三(編), 内田老鶴圃, 東京, 226-254
- 瀬底正武, 2001 : クビレオゴノリ増養殖試験—果孢子の育苗及び垂下養殖試験—. 平成12年度水産業改良普及活動実績報告書, 4-8
- 諸見里 聡, 2006 : オゴノリ類の養殖の可能性. 琉球大学熱帯生物圏研究センター平成18年度シンポジウム
- 須藤裕介, 2002 : 海洋深層水を利用した海藻類の陸上養殖研究— I. 平成14年度沖縄県企画開発部海洋深層水研究所研究業務報告書, 88-91
- 寺田竜太ほか編, 2001 : 「水産学シリーズ 129 オゴノリの利用と展望」恒星社厚生閣