

クビレオゴノリ四分孢子体の流水通気培養下の生長に及ぼす水温, 光条件, および施肥量の影響 (マリンバイオ産業創出事業)

山田真之*, 須藤裕介, 佐多忠夫**

Growth Differences Affected by Water Temperatures, Intensity of Illumination, and the Amounts of Fertilizations in the Air and Water flowing Culture for Tetrasporophyte Phase of *Gracilaria blodgettii*

Saneyuki YAMADA*, Yusuke SUDOU and Tadao SATA

クビレオゴノリ四分孢子体800gを水温20°Cと25°C,30°Cの3段階の水温で水量800LのFRP製の円形水槽を用い28日間培養を行った。また, 生長の良かった水温25°Cで, 屋外遮光無し, 屋内遮光無し, 屋内遮光45%と屋内遮光75%の4段階の遮光率で水量800LのFRP製の円形水槽を用い28日間培養を行った。最も生長の良かった屋内遮光無し, 水温25°Cで, ロングトータル0g, 80g, 160gと320gを施肥し, 水量800LのFRP製の円形水槽を用い28日間培養を行った。その結果施肥量が多いほど良く生長した。結果として, 水温20~25°C, 遮光無し, 肥料80g以上で最大の生長が得られた。

南西諸島に多く分布するクビレオゴノリは, 沖縄ではモーチ豆腐の原料, 刺身のツマや海藻サラダとして用いられている。クビレオゴノリは沖縄海域では礁湖内の水深0~1m前後の砂地に秋から春にかけて生育しており, セリ市場価格が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。山本(1993)によると“オゴノリ類は四分孢子体→四分孢子→配偶体(雌雄)→果孢子→四分孢子体と生活環を一周するのに2種類の藻体と2種類の孢子を経る。オゴノリ類は同型世代交代を行い, 2n世代の四分孢子体とn世代の配偶体を持つ”ことがわかっている。

沖縄での養殖への取り組みは昭和60年代から天然藻体からの果孢子採苗による養殖への取り組みが行われて(諸見里, 2006)きたが, 採苗後の台風対策や育苗管理等から現在まで養殖技術は確立されていない。世界的にオゴノリ類は栄養繁殖で養殖が行われている(山本, 1993)が, これまで沖縄では母藻を夏場に維持することが出来なかったため, 栄養繁殖による養殖についてはほとんど検討されていなかった。諸見里により2001年にクビレオゴノリの果孢子を単離し, 室内で四分孢子体を育成しながら越冬をさせ, 四分孢子を放出させることが出来た。また, 須藤(2002)により冬に四分孢子体を陸上水槽にて流水通気により培養できることが報告されている。

沖縄でクビレオゴノリの養殖を行うには, 水温管理を行

える陸上施設で栄養繁殖を行うか, 陸上で水温管理をして培養した藻体を秋に成熟させ, 水温が下がってから孢子採苗を行う必要がある, どちらにせよ陸上で藻体を培養する必要がある。

これまでクビレオゴノリの生長については山田・須藤(2009)やCarton and Notoya(2008)により, 室内実験での最適培養条件が水温25°C, 光量子量が $100\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ (明るい方が生長がよい)わかっているが, 流水通気培養下での最適培養条件は検討されていない。本研究では流水通気培養下におけるクビレオゴノリ四分孢子体の生長の最適条件を調べるため, 久米島の県海洋深層水研究所にて流水通気を行い, 水温, 光条件(遮光率), 施肥量について検討を行った。

材料及び方法

水温, 光条件および施肥量をそれぞれコントロールして培養試験を行った。培養試験の基本的条件は以下のとおりで, 水温試験では水温条件のみを, 光条件試験では光環境のみを, 施肥量試験では施肥量のみを変えて試験を行った。

深層水研究所のアクリルハウス内で1kLの円形水槽を使用し, 水槽中の水量を800Lに調整し, 海水の回転数を一日8回転とした。海水の回転数については, 設定した水温が気温の影響を受けても水温を維持するように8回転とし

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

**沖縄県企画部海洋深層水研究所

た. 試験期間中の水槽中の照度についてはHOBOペンダントロガーを用いて測定した. 供試藻体として, 2001年に果胞子から単離・培養した四分胞子体を, 実験開始時点まで久米島の県海洋深層水研究所で流水通気培養した藻体を用い, 各水槽に800 gずつ入れた. また, ロングトータル(農業用溶出型肥料)を160 gずつネットに入れ, 各水槽につき下げた. 各区をそれぞれ2 つずつ水槽を(n=2)準備して実験を行った. 各試験期間中, 7日ごとに湿重量を測定し, 藻体から生えた雑藻(緑藻)については適宜手作業で選別除去を行った. 試験終了時に各区から3回, 50 g程度を取り出し, 全雑藻を除去し, 雑藻率を算出した. 試験結果は全重量中の雑藻重量を差し引いた重量で示している. また, 肥料については試験開始時から14日目に交換作業を行った.

得られた重量データについて, ボンフェローニの多重比較検定を行った.

①水温試験

流水通気培養時に生長に最適な水温条件を調べるため, 熱交換により水温を調整した3区(平均水温約30°C, 25°C, 20°C)を設定し, 2009年9月2日より試験を開始し, 28日後の2009年9月30日まで試験を行った.

②光条件試験

流水通気培養時に生長に最適な光条件を調べるため, 水温は25°Cに調整し, 屋外遮光無し, アクリルハウス内(以下屋内)遮光無し, 屋内+45%遮光網, 屋内+75%遮光の4区を設定し, 2009年10月14日より試験を開始し, 28日後の2009年11月11日まで試験を行った. 各試験期間中, 藻体から生えた雑藻(緑藻)については適宜手作業で選別除去を行った. 2週目(10月28日)以降に雑藻が増加したため, 湿重量測定時に各区から3回, 50 g程度を取り出し, 全雑藻を除去し, 雑藻率を算出した. 試験結果は全重量中の雑藻重量を差し引いた重量で示している.

③施肥量試験

流水通気培養時の最適施肥量を調べるため, 水温は25°Cに調整し, ロングトータルを用いて, 0 g, 80 g, 160 g, 320 gの4区を設定し, 2009年11月26日より試験を開始し, 28日後の2009年12月24日まで試験を行った. 各試験期間中, 藻体から生えた雑藻については適宜手作業で選別除去を行ったが, 試験期間中雑藻の繁茂は少なかったため, 雑藻率は測定していない.

④生長に及ぼす積算照度の影響

試験①の25°C区, 試験②の全4区, 試験③の肥料160 g区は光条件以外の培養環境はすべて同じである. そこでそれぞれの試験区の毎日の積算照度 $I \times h$ の試験期間中の平均値(以下積算照度)と日間生長率の関係を検討した. 日間生長率 μ の算出には下記の式を用いた.

$$\mu = (1 \ln W_1 - 1 \ln W_0) / t$$

W_1 : t日後の重量

W_0 : 開始時の重量

結果

①水温試験

28日間でもっともよく成長したのは25°Cで, 次いで20°C, 30°Cの順となり(図1), 有意差は20-30°C間及び25-30°C間で認められた.

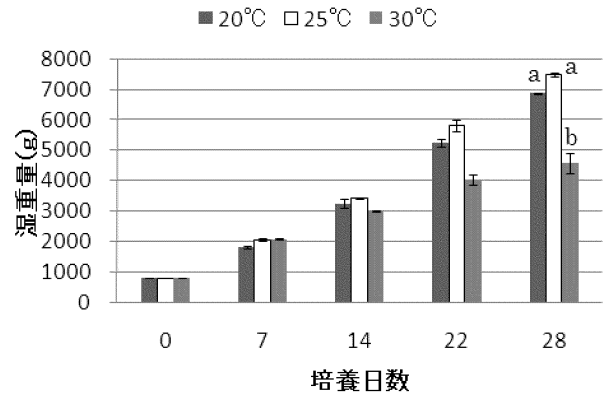


図1. 水温による重量変化

(図中の各バー内の線は標準偏差を示す. 図中のアルファベットが同じ場合は検定の結果に有意差がないことを示す)

試験終了時の雑藻率は30°C, 25°C, 20°Cの順にそれぞれ, 10.5%, 5.6%, 1.3%となり, 水温が下がるほど雑藻は少なくなった.

②光条件試験

28日間でもっともよく成長したのは屋外遮光無しで, 次いで屋内遮光無し, 屋内遮光45%, 屋内遮光75%の順となり(図2), 有意差は屋外遮光無しと屋内45%遮光間, 及び屋内遮光無しと屋内75%遮光間に認められた.

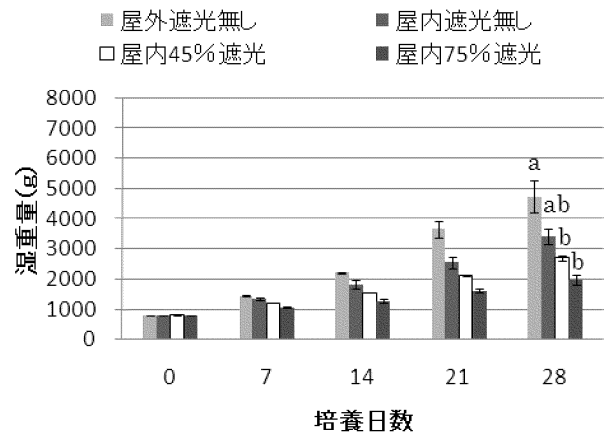


図2. 光条件による重量変化

(図中の各バー内の線は標準偏差を示す. 図中のアルファベットが同じ場合は検定の結果に有意差がないことを示す)

試験終了時の雑藻率は屋外遮光無し, 屋内遮光無し, 屋内遮光45%, 屋内遮光75%の順にそれぞれ, 13.5%, 4.3%, 2.2%, 1.4%となり, 照度が下がるほど雑藻は少なくなった。

③施肥量試験

28日間でもっともよく成長したのは320 gで, 次いで160 g, 80 g, 0 gと施肥量の多い順となり(図3), 有意差は無施肥区と施肥区すべての間に認められた。

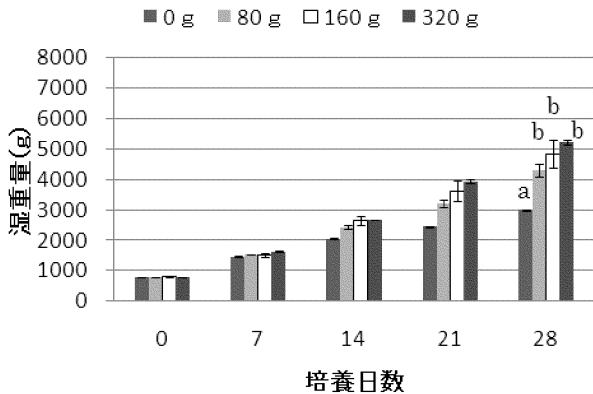


図3. 施肥量による重量変化
(図中の各バー内の線は標準偏差を示す。図中のアルファベットが同じ場合は検定の結果に有意差がないことを示す)

④生長に及ぼす積算照度の影響

積算照度の日間生長率の間には $1,000lx \cdot h$ 付近で最大となる凸型の関係が認められた。 $1,400lx \cdot h$ の10月末の屋外遮光無しの日間生長率は, 9月の屋内遮光無しより低く, 12月の屋内遮光無しと同水準であった(図4)。屋外遮光無しは10月中旬から11月中旬にかけて行った光条件を変えた試験区の中ではもっとも良い生長を示したが, 別期間に行った試験での屋内遮光無し区と比較すると同等以下であった。

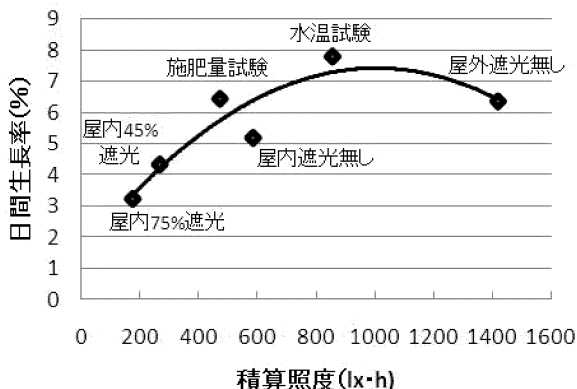


図4. 水温25度, 施肥量160 g条件下の生長に及ぼす積算照度の影響

考察

流水通気培養下におけるクビレオゴノリの20-25°C区に

おける生長は30°C区より有意に大きかった。一方室内培養試験における水温の影響を見ると, 2009年に行った35日間の肥料別の試験では, 有意差は検討されていないが25°C区が20°C区と30°C区に比べて明らかに生長が良く, 20°C区と30°C区の間ではほとんど差は見られなかった(山田・須藤, 2009)。また, 14L10Dの長日環境下での56日間の培養試験では3区に有意差は見られなかった(山田・須藤, 2010)。ただし流水通気培養も室内培養も25°Cの生長がよい傾向が見られる。

水温25°Cにおける光条件の違いによる生長を見ると, 光が強いほど生長が早いことを示している。しかし積算照度と日間生長率の関係を見ると, 光が強いほど生長が良いわけではないことがわかる。積算照度とは光の強さと日照時間から表されるもので, 光条件の試験時には屋外の照度が屋内に比べて著しく明るく, オゴノリの生長に必要以上な明るさであったことが原因であったと考えられる。このように室内での培養と異なり, 屋外での培養では光の強さと日長時間を考慮に入れて照度を調整することで最大の生長が得られるようになる。

施肥量については用いた水に溶出するタイプの肥料である上, 培養海水中の栄養塩量の計測を行っていないため, 施肥量と海水中の栄養塩濃度の関係は不明である。ただし, 施肥量の差により生長量(湿重量)の有意差は見られないが, 施肥量の増加に合わせて湿重量も増加していることから, 海水中の栄養塩濃度に施肥量の差が影響を及ぼしているとも推測できる。一方, 肥料の種類がクビレオゴノリの生長に影響を与えることも分かっており(山田・須藤, 2009), 陸上施設で養殖を行う際には肥料の種類も検討する必要がある。

このことから, クビレオゴノリの四分孢子体をタンクにより大量培養を行う際には, 水温20~25°C, 積算照度800~1,000lx·h, ロングトータル施肥80 g以上で良く生長することが分かった。

文献

- Carton R. J. and Notoya M, 2008 : Growth and metabolic responses of the tropical red alga *Gracilaria blodgettii* Harvey under different abiotic factors. *Algal Resources* 1, 9-16
- 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.
- 山田真之, 須藤裕介, 2009 : クビレオゴノリ四分孢子体の生長に及ぼす水温の影響. 沖縄県水産海洋研究センター事業報告書70, 51-53.
- 山田真之, 須藤裕介, 2010 : クビレオゴノリ四分孢子体の生長と成熟に及ぼす水温及び日長の影響. 沖縄県水産海洋研究センター事業報告書71, 27-29.

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