

紅藻シマチスジノリの室内培養

右田 清治・当真 武*

Culture studies of freshwater red alga *Thorea gaudichaudii*
(Rhodophyta, Nemaliales)

Seiji MIGITA and Takeshi TOMA

The freshwater red alga *Thorea gaudichaudii* C. Ag. is found in a few springs in Okinawa Island. The culture studies of this alga were carried out in laboratory. The materials were collected from Kunigami-mura in southern region of Okinawa Island. Monospores liberated from field plants were germinated immediately and developed into prostrate filamentous thalli. This prostrate thallus produced many erect branches which grew into a densely branched tuft, so-called *Chantransia*-stage. Erect fronds arose from well-branched parts of the *Chantransia*-tuft and they developed into *Thorea* plants. In 6 months culture from monospore germlings, the erect fronds attained to about 15 cm in length. The monosporangia were formed on fronds cultured under various temperatures ranging from 15 to 25°C. The sexual organs such as spermatangia, trichogynes and carposporangia were produced at warm temperatures of 22-25°C. From the observations on field-collected and cultured materials, this alga seems to be monoecious. The short cut fragments of prostrate branchlets and assimilatory filaments regenerated in tap water and finally developed to young erect plants.

Key words: Rhodophyta; Nemaliales; *Thorea*; Culture study.

シマチスジノリ *Thorea gaudichaudii* はウミゾウメン目 Nemaliales チスジノリ科 Thoreaceae に属し、沖縄本島に生育する淡水産紅藻である。日本産のチスジノリ属には、本種のほかに九州に産するチスジノリ *Thorea okadai* があり、以前は同一種とみなされ、那覇識名園の本種と鹿児島県川内川のチスジノリがともに大正13年に国の天然記念物に指定されている。しかし、その後山田^{1,2)}により両種は別種として取扱われるようになった。シマチスジノリの培養に関しては、新崎³⁾の報告があるが、それは初期発生で大きく育て上げるまでには至っていない。

そこで、著者らは1987年にシマチスジノリの単胞子を培養し、天然の藻体に近い大きさまで育てることができたので、培養における成長や成熟などについて報告する。

材料と方法

材料のシマチスジノリは1987年1月20日に沖縄本島具志頭村の簡易水道水源池の屋富祖井(ヤフソガー)で採集されたものである。単胞子を有する体を、ガーゼーでふき殺菌水で洗浄しこれを数回繰り返した後、シャーレに入れて単胞子を放出させ、マイクロピペットを用いて胞子を別のシャーレ(7×2 cm)に分離し、単藻培養とした。

培養は温度20~22°C、照度2,000luxの白色蛍光灯光、12:12hの光周期のもとで行い、培養液には長崎市浦上川上流の清澄な河川水に Provasoli P1処方準じて栄養塩を加え80°Cまで加熱殺菌した液を用い、1週間おきに換水した。直立体が長さ5 mm前

* 沖縄県水産試験場 (901-03 糸満市西崎町1丁目)

後に成長した後は枝付平底丸フラスコ (100, 200ml) に移し通気培養し, 2日おきに換水した。

培養藻体のほふく枝や同化糸を細断して, それらを石やカキ殻を敷いた大型シャーレに散布し, その再生成長について室内と大学構内の池で試験してみた。また, 池で育てた直立体の適当な長さのものを選り, 10, 15, 20, 25°Cの温度のもとで一定期間枝付フラスコで通気培養して, 成長や生殖器官の形成を比較観察した。

結 果

シマチスジノリの単胞子嚢は, 同化糸の基部に単独または2, 3個形成され, 長径20~24 μm 短径12~15 μm の長倒卵形である。放出された単胞子は

直径13~17 μm 平均15 μm の球形で灰紅色を呈する (Fig. 1, A)。単胞子は附着後直ちに発芽管を伸出し (Fig. 1, B), 細胞内容は発芽管部に移行して原胞子は空となる (Fig. 1, C)。発芽体は初め1列細胞よりなり (Fig. 1, D), その細胞は太さ5~7 μm , 長さ20~40 μm で, その後不規則に分枝したほふく体となり, 20日後には約300 μm に成長した (Fig. 1, E)。ほふく体は, 35日後には約400 μm になり, 枝は屈曲して所々でからみ合って接着し, 一見して仮盤状をなす部分もみられた (Fig. 1, F)。培養40日にはほふく体上に, 同化糸に似た直立枝が立ち上るようになった (Fig. 1, G)。

直立枝は, その内容がほふく体の細胞より濃く, 直線的に伸びており, やがて各方向に叢状に伸出し, 培養2ヵ月後には *Chantransia*-stageの体となった

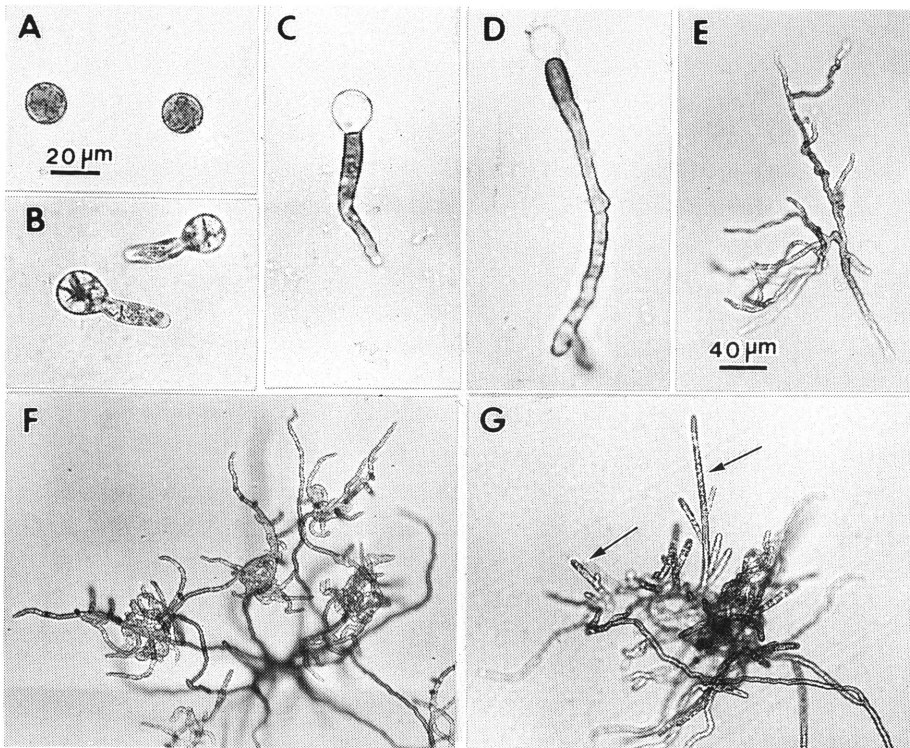


Fig. 1. Development of monospores of *Thorea gaudichaudii* in culture. A. Two settled monospores. B. Two-day old germinated monospores. C, D. Three-day (C) and five-day (D) old germinating monospores. E, F. Prostrate filamentous germling; twenty-day (E) and thirty-five-day (F) old. G. Young erect branches (arrows) developed from the prostrate, after forty days culture.

Scale in A applies also to B-D; scale in E applies also to F and G.

(Fig. 2, A, B)。その後、体の中央部より直立枝が密にからみ合って、内部に髓層を、外部に同化糸を形成したシマチスジノリ直立本体が発生した (Fig. 2, C)。直立体は、シャーレでの培養では3ヵ月後に長さ2~4 mm、4ヵ月後に5~7 mmに達した (Fig. 2, D)。その後、直立体を基部で切り離し通気培養したところ、5ヵ月後には3, 4 cmに (Fig. 2, E)、6ヵ月後には6~8 cmに成長し (Fig. 2, F)、この頃には各方向に多くの枝を形成するようになり、単孢子から出発して7ヵ月後には最大13 cmに成長した (Fig. 2, G)。

この間、培養5ヵ月以後の直立体では同化糸の基部に単孢子嚢が形成され (Fig. 3, A)、未熟なものは小さいが、成熟したものは長径20~24 μm 短径15~17 μm の倒卵形であった。単孢子嚢はまれに同化糸の先端や途中にも観察された (Fig. 3, B)。また、同化糸の切断枝を培養すると、切断枝上での単孢子嚢形成もみられた (Fig. 3, C)。

最近、日本のチスジノリ⁴⁾やブラジル産の *Thorea*

*bachmannii*⁵⁾で、従来知られていなかった有性生殖器官が発見されたので、この培養シマチスジノリでも注意深く観察した。しかし、それらしきものが見られないので、併行して池で育てた約5 cmの藻体を用い、25°Cの高温で通気培養したところ、10日後から造精器や受精毛が形成され始めた。造精器は、長卵形で、長径8~10 μm 短径4~6 μm で、同化糸の基部の側枝上に数個から10個程度がふさ状に群生して形成され (Fig. 4, A)、放出された精子は径約5 μm の球形で、色は灰白色であった。受精毛は同化糸の基部の造果器より伸出し、細長い透明な細線状で、先端がやや太く鈍頭をなす (Fig. 4, B, C)。25°Cに移して20~30日後には、果孢子嚢が拡散型の果孢子体の造胞糸先端に多数形成され (Fig. 4, D)、果孢子嚢は倒長卵形で長径20~25 μm 短径12~15 μm であった。

シマチスジノリでは、ほふく枝や同化糸を短く切断して培養すると、容易にほふく枝を再生し直立体を得ることができる。とくに細断したほふく枝はよ

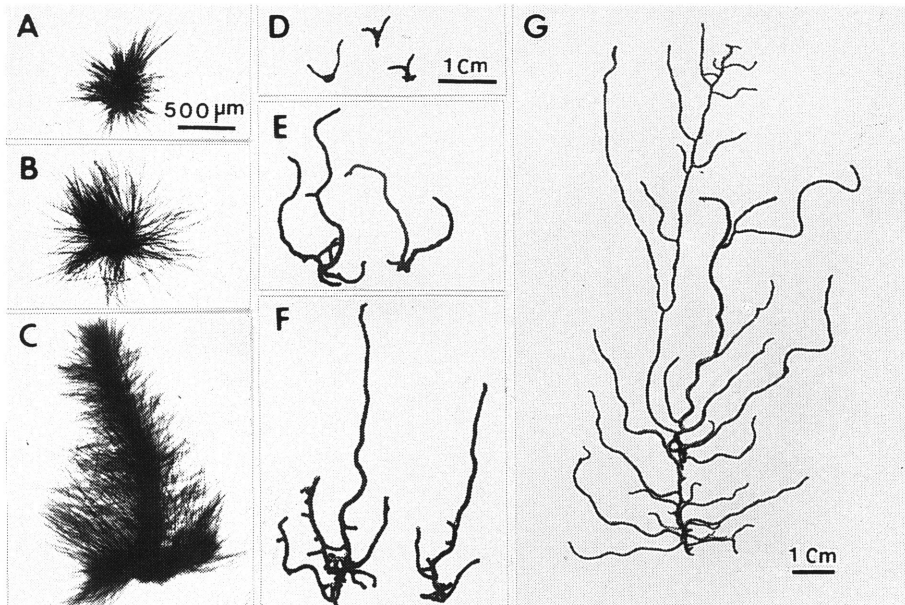


Fig. 2. Development of erect fronds of *Thorea gaudichaudii* in culture. A, B. *Chantransia*-stage, after two months culture. C. Young erect frond, after three months culture in petri dish. D. Four-month old fronds. E-G. Further developed erect fronds from the stage in D, by aerating culture; E, five-month; F, six-month; G, seven-month old.

Scale in A applies also to B and C; scale in D applies also to E and F.

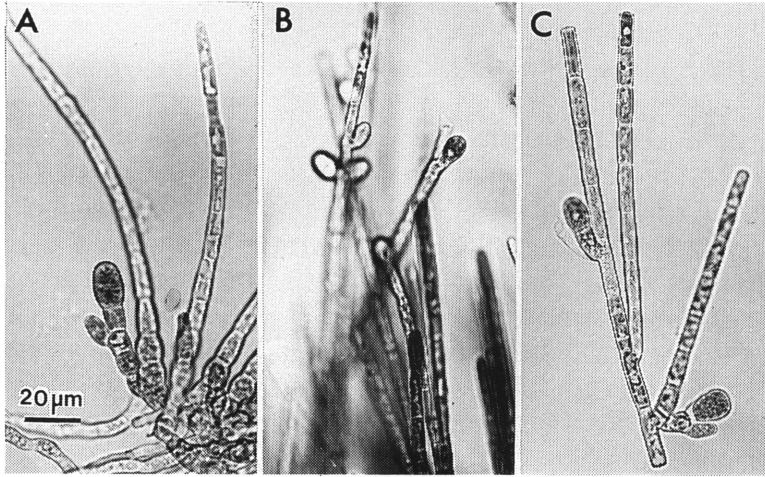


Fig. 3. Formation of monosporangium on erect fronds of *Thorea gaudichaudii* in culture. A. Monosporangium formed on a basal part of assimilating filament. B. Monosporangia formed on apical and upper parts of assimilating filaments. C. Monosporangia formed on the cut filament.
Scale in A applies also to B and C.

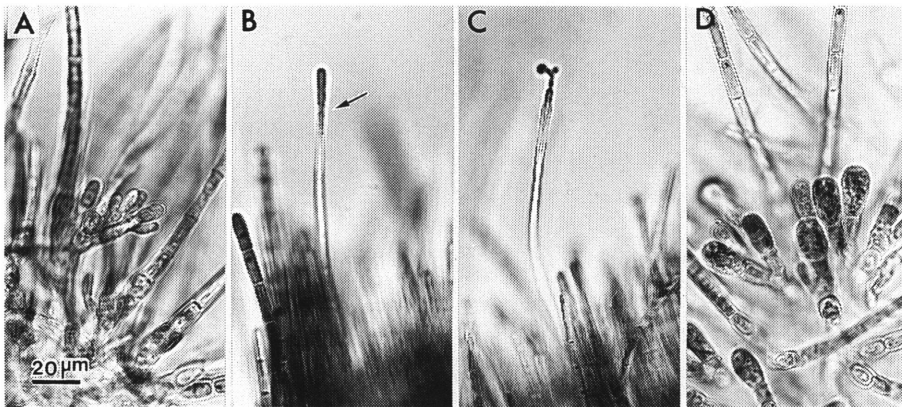


Fig. 4. Formation of sexual organ in *Thorea gaudichaudii*. A. Spermatangia formed on the basal part of assimilating filament. B. A trichogyne (arrow). C. Spermatium attached on the trichogyne. D. Carposporangia formed on the gonimoblast filament.
Scale in A applies also to B-D.

く着生, 成長するので, この切断, 再生を繰り返すことにより本種の保存培養が可能であった。このような方法で, 石やカキ殻にほふく枝を付け, 20日~1ヵ月間室内培養し固着した後, 池の流水に移すと, 常時多数のシマチスジノリ直立体を育てることができた。

このようにして発生した多数の藻体のうち長さ約1cmのものを選び, 基部を切断して正しく1cmの長さに整え, それぞれ5個体を枝付フラスコに入れ, 10, 15, 20, 25°Cで通気培養し成長を比較した。その結果はTable 1のようになり, この実験範囲の温度では, 高温ほど成長が良好であった。

次に, 池で5cm前後に育った藻体を, 前と同じく10~25°Cの4段階の温度で通気培養し, 単孢子囊, 受精毛(造果器), 造精器の形成を4週間後に観察した。その結果は, Table 2に示すように, 単孢子囊は10~25°Cで形成されたが, 形成数は15, 20°Cで多かった。造精器および造果器形成を示す受精毛の出現は, 25°Cのやや高温でのみ観察された。なお, その後有性器官の形成と水温との関係については, 池での培養や他の室内培養で機会ある毎に調査してみた。それらの観察結果を総括すると, 造精器, 造果器, 果

孢子囊などの形成は, 20°C以下ではみられず, 22°C以上とくに25°C前後で多く観察された。

考 察

シマチスジノリは, 初めチスジノリと同一種とみなされ学名は *Thorea ramosissima* とされた。大正13年に3ヵ所の産地が国の天然記念物に指定されたが, その後山田^{1,2,6)}によりシマチスジノリは *T. gaudichaudii*, チスジノリは *T. okadai*, 長崎県土黒川のチスジノリはオキチモズク *Nemalionopsis tortuosa* と改称されている。

シマチスジノリの形態については, Seto⁷⁾が沖縄とグアム産の体について詳細に報告している。本種の生活史に関連して新崎⁸⁾は単孢子の初期発生体がほふく体であることを観察し, また単孢子囊以外に群生小孢子囊があり, それは有性生殖器官と関係があるものと考察している。

この研究で, シマチスジノリの単孢子発芽体は初めほふく体となり, それより同化糸に似た直立枝が発出して *Chantransia*-stage となり, その stage の体から同化糸, 髄層を持つ直立本体が伸出し, 室内通気培養で天然に近い約15cmの体に育てることができた。このような成長過程は, チスジノリ属の *T. ramosissima*⁸⁾や *T. riekei*⁹⁾と同様であり, また近縁のオキチモズク¹⁰⁾ともよく一致している。

チスジノリ属では, 単孢子による無性生殖しか知られていなかったが, 最近になって有性生殖器官が発見されており^{4,5)}, 本種でもやや高温の22~25°Cの培養で造精器及び果孢子囊の形成が観察された。シマチスジノリにおける, それらの器官の形成過程や形態は, 日本産のチスジノリ⁴⁾やブラジル産の *T. bachmannii*⁵⁾の報告とよく一致した。また, 造精器や果孢子囊の大きさも, 培養では未熟なものも多く混在し正確な比較はできないものの, 前述の3種でほぼ同大であった。ただ, 有性生殖が報告された他の2種では雌雄異株であるが^{4,5)}, シマチスジノリでは雌雄同株であった。なお, シマチスジノリの造精器は新崎⁸⁾が群生小孢子囊として記載したものと同一のものと思われる。

単孢子囊と果孢子囊は識別がやや困難であるが, 前者は同化糸の基部細胞から1~4個つくられるのに対して, 後者は髄層の外側に多数分枝してつくられ, 同化糸と直接には連結していない。この培養では, 単孢子と果孢子は同時に形成される場合が多く,

Table 1. Growth of erect fronds of *Thorea gaudichaudii* at various temperatures after 2 weeks in aerated cultures

Temperature (°C)	10	15	20	25
Growth (mm)	12.1	13.4	21.5	30.2

Erect fronds of 10 mm long were used at the beginning of the experiment.

Table 2. Formation of sexual organs and monosporangium on erect fronds of *Thorea gaudichaudii* at various temperatures after 4 weeks in aerated cultures

Temperature (°C)	10	15	20	25
Monosporangium	+	++	+++	+
Spermatangium	-	-	-	++
Trichogyne (Carpogonium)	-	-	-	++

Vegetative erect fronds of 5 cm long were used at the beginning of the experiment.

-: none, +: few, ++: abundant,

+++ : very abundant.

放出された両者は区別できなかった。果胞子嚢の形成が多い体から放出され、果胞子と思われるものの発生、成長も観察したが、単胞子のそれと差異は見出せなかった。生活史を完結するには、果胞子からの培養を追究しなければならず、また核相からみた減数分裂の起る stage も今後明らかにしなければならない。

この研究に関連して行った実験で、初期発生体のほふく枝を切断して石や貝殻に散布し、止水で固着させた後で、池の流れに移植すれば、容易に多数の直立体が得られた。沖縄本島における本種の生育地は、以前は約12ヵ所知られていたが、徐々に減少し¹¹⁻¹³⁾、現在生育が確認されるのは2, 3ヵ所にすぎない。シマチスジノリは国の天然記念物にも指定されている稀産種であり、前述の体再生による種苗を用いれば、天然での種保存はもちろん、増殖を計ることも可能と思う。

文 献

- 1) Yamada, Y. (1949): On the species of *Thorea* from the far eastern Asia. J. Jap. Bot., 24, 155-158.
- 2) 山田幸男 (1949): 東亜産チスジノリに就いて. 植物学雑誌, 62, 18.
- 3) 新崎盛敏 (1937): チスジノリ的生活史に就いて (予報). 植物学雑誌, 51, 715-721.
- 4) Yoshizaki, M. (1986): The morphology and reproduction of *Thorea okadai* (Rhodophyta). Phycologia, 25, 476-481.
- 5) Júnior, O. N. (1987): Sexual reproduction in *Thorea* Bory (Rhodophyta, Thoreaceae). Jap. J. Phycol., 35, 106-112.
- 6) 山田幸男 (1943): 長崎県下産のチスジノリに就いて. 植物研究雑誌, 19, 136-138.
- 7) Seto, R. (1979): Comparative study of *Thorea gaudichaudii* (Rhodophyta) from Guam and Okinawa. Micronesica, 15, 35-39.
- 8) Swale, E. M. F. (1962): The development and growth of *Thorea ramosissima* Bory. Ann. Bot. N. S., 26, 105-116.
- 9) Bischoff, H. W. (1965): *Thorea riekei* sp. nov. and related species. J. Phycol., 1, 111-117.
- 10) 右田清治 (1986): 淡水産紅藻オキチモズクの室内培養. 長崎大水産学部研究報告, 59号, 23-28.
- 11) 仲田稲造 (1963): 沖縄に自生するシマチスジノリについて. 沖縄生物教育研究会誌, (10周年), 39-43.
- 12) 香村真徳・大森保 (1981): 天然記念物シマチスジノリと今帰仁村字天底の湧井戸「アミスガー」の水質. 今帰仁村文化財調査報告書 第4集, 27-40.
- 13) 久場安次 (1987): 沖縄本島における淡水紅藻について. 沖縄生物教育研究会誌, 20号, 2-7.