

フトモズク配偶体の成熟と接合子の形成

四井 敏 雄

Influences of Environmental Conditions on the Gametophyte Maturity
and Gamete Fusion of a Brown Alga, *Tinocladia crassa*

Toshio YOTSUI

フトモズク *Tinocladia crassa* (SURINGAR) KYLIN はモズク *Nemacystus decipiens* (SURINGAR) KYLIN 近縁の食用海藻で、その成体には生殖器官として単子嚢のみが形成される。前報¹⁾で述べたように、単子嚢の遊走子は配偶体となり、これから放出される配偶子が接合して成体となるが、接合子の初期発芽体にも複子嚢が形成され、この遊走子は直接成体になる中性遊走子であることが判明した。そこで、本種の増養殖の種苗として、接合子とともに中性遊走子が利用できることになる。接合子あるいは中性遊走子のいずれを種苗として利用するにしても、先ず配偶体の生態を知ることが必要であるが、これまで詳しい報告はなされていない。

本報では、配偶体の成熟や配偶子の接合と水温、照度、海水比重等との関係について検討した。

材 料 と 方 法

材料のフトモズクは、長崎県野母崎町の以下宿沿岸において、1977年4月中旬の大潮干潮時に採集した。藻体は実験室にもち帰り、単子嚢を形成した個体を選んでよく洗ったのち、これらを殺菌海水の入ったピーカーに入れ、明所に置いて遊走子を放出さ

せた。遊走子は弱い負の走光性を示すので、この性質を利用して殺菌海水中で数回洗い、その後暗所でガラス板やクレモナ燃糸に着生させた。

培養実験は水温、照度、海水比重と配偶体の生長ならびに配偶子複子嚢や接合子の形成との関係について行い、併せて配偶子放出と接合子形成の日変化を調べた。

実験条件は、水温との関係については、14~30℃の間の6段階の温度で、照度は蛍光灯下2500lx (29~30℃のみ1000lx)；照度との関係については、蛍光灯下500~4000lxの間の4段階の照度で、温度は19~21℃；海水比重との関係については、1,010~1,030の間の9段階の比重で、温度は19~21℃、照度は蛍光灯下2000lxとした。

培養液は海水にNaNO₃0.1g/l、Na₂HPO₄·12H₂O 0.02g/lと須藤の改変P1溶液²⁾を加えて加熱殺菌し、換水は5日毎に行った。

結 果

配偶体の生長 培養実験は遊走子の着生した小ガラス板を、培養液の入った容積60mlのサンプルびんに入れて行った。生長は、配偶体は擬盤状型となる

ので、その長径を顕微鏡下で20個体について計測し、
 平均値で示した。

水温と配偶体の生長との関係はFig. 1 に示すよう
 になった。初期の生長は21~22°Cで最もよく、次い

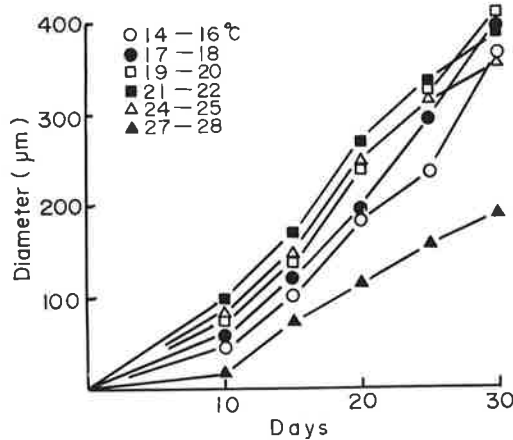


Fig. 1 Growth of gametophytes in various water temperature. The experiment was carried out in light intensity 2500lx. Measurement was taken for length of major axis.

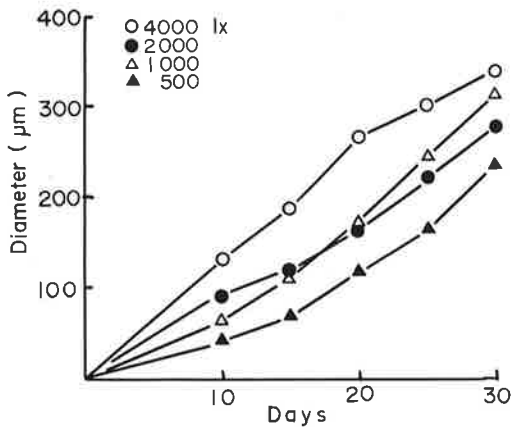


Fig. 2. Growth of gametophytes in various light intensity controlled with fluorescent lamp. The experiment was carried out in water temperature 19-21°C. Measurement is same as Fig. 1.

で24~25°C, 19~20°Cでよかったが、30日後には
 14~25°Cの範囲では、径360~410μmのほぼ同大の
 配偶体となった。一方、27~28°Cでは、これらに比
 して生長は劣り、30日後に径約190μmの配偶体とな
 った。29~30°Cの高温では、30日後に数~10細胞と
 なったが、細胞が丸く肥大し、細胞質は顆粒状とな
 った。生長率は約20%であった。配偶体に生じる無色の
 直立する毛は、22°C以下で多く、27°C以上では形成
 されなかった。

照度と配偶体の生長との関係はFig. 2 に示すよ
 うになった。初期の生長は照度が高い程良好であっ
 たが、15日後には2000lxと1000lxでは小差となり、
 30日後には4000, 1000, 2000, 500 lxの順序となっ
 た。このように、2000lxと1000lxで生長の良否が逆転
 したのは、配偶体は明るい培養では分枝が密になり
 糸状に、暗い培養では分枝が疎になり糸状体になる
 向があり、そのため1000lxの方が2000lxよりも、
 径の測定では大きくなったものである。無色の直
 立する毛は、2000lx以上で多く、500 lxでは少なか
 った。

海水比重と配偶体の生長との関係はFig. 3 に示
 された。生長は1.025~1.030でよく、1.025以下
 以下では比重の低下とともに不良となった。1.025
 1.013の低比重では、液胞が大きい異常細胞が増
 えるが、生残率に相違は認められなかった。1.025
 では、配偶体は団塊状となる異常形を示したが、
 30日後にも約25%の生残率を示し、1.005では発芽
 されなかった。

配偶子複子嚢の形成 水温、照度、海水比重と
 関係は、上述の実験で生長を調べる際に、配偶子
 複子嚢の有無を個体毎に調べた。さらに、配偶子複
 子嚢の多少は、各条件における配偶子放出数によっ

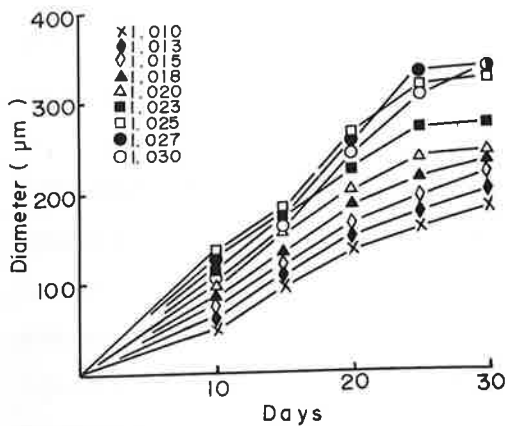


Fig. 3. Growth of gametophytes in various specific gravity of water. The experiment was carried out in water temperature 19–21°C, in light intensity 2000 lx. Measurement is like as Fig. 1

比較した。配偶子放出数の調査は、培養液の入った60mlのサンプルびんの底に小ガラス板を置き、このなかに12日間室温培養した配偶体が着生する1.3×3.8 cmのガラス板を、着生面を下に向けて斜めにたてかけ止水培養し、毎日午後小ガラス板を検鏡して行った。

水温と配偶子複子嚢形成との関係を見ると、複子嚢は遊走子の培養から15日目の調査で、14~22°Cの範囲では80~90%、24~25°Cでは15%の個体に認められたが、27°C以上では30日後にも形成されなかった。配偶子放出数は、Table 1に示したように、14~22°Cで多く、24~25°Cではわずかであった。

照度と配偶子複子嚢形成との関係を見ると、複子嚢は遊走子の培養から15日目の調査で、2000, 4000 lxでは100%、1000 lxでは約10%の個体に認められ、500 lxでは約20日目に形成された。配偶子放出数は、Table 1に示したように、2000, 4000 lxで多く、1000 lxでは少なく、500 lxではわずかであった。

海水比重と配偶子複子嚢形成との関係を見ると、複子嚢は遊走子の培養から15日目の調査で、1.010~1.030の実験範囲で70~100%といずれもよく形成された。配偶子放出数は、Table 1に示したように、1.018で最も多く、次いで1.010~1.023が多かったが、1.025では少なくなり、1.027, 1.030ではわずかであった。

Table 1. Liberation of gametes and formation of zygotes in several environmental conditions.

Environmental conditions	Numbers of gametes liberated *	Appearance ratio of zygotes **
Water temperature		
14 - 16°C	++++	++++
17 - 18	+++	++++
19 - 20	+++	++++
21 - 22	+++	++++
24 - 25	+	-
27 - 28	-	-
Light intensity		
4000 lx	+++	++++
2000	+++	++++
1000	++	++++
500	+	++++
Specific gravity of water (σ _{wt})		
1.030	++	++++
1.027	+++	++++
1.025	+++	++++
1.023	+++	++++
1.020	+++	++++
1.018	++++	++++
1.015	++++	++++
1.013	++++	+++
1.010	++++	++

* Numbers of gametes liberated per day from the gametophytes adhering on a glass plate, 1.3 by 3.8 cm; + less than 5×10^3 , ++ $5 \times 10^3 \sim 5 \times 10^4$, +++ $5 \times 10^4 \sim 10^5$, ++++ over 10^5 , - none.

** Average percentage of zygotes to total spores attached; + under 5%, ++ 5~10%, +++ 10~20%, ++++ 20~30%, +++++ over 30%, - absence.

接合子の形成 水温、照度、海水比重と接合子形成との関係は、上述した放出配偶子数の調査時に、小ガラス板に着生する胞子のうち2眼点をもつ接合子の割合を調べ、これを接合子出現率として百分率で示した。

水温と接合子形成との関係を見ると、接合子出現率は、Table 1に示したように、14~22℃の範囲ではいずれも高く50~60% (日変動は12~87%) で、24~25℃では配偶子は少量放出されるが接合子は形成されず、27℃以上では配偶子は放出されなかった。

照度と接合子形成との関係を見ると、接合子出現率は、Table 1に示したように、照度の高低にかかわらず30~49% (日変動は7~69%) であった。

海水比重と接合子形成との関係を見ると、接合子出現率は、Table 1に示したように、1.023~1.027で高く33~45% (日変動は14~62%)、次いで1.015~

1.020と1.030で高く24~29% (日変動は4~64%)、1.013では低く12% (日変動は3~26%)、1.010はさらに低く6% (日変動は3~16%)となり、1.005以下では低下する傾向があった。

配偶子放出と接合子形成の日変化 調査は、配偶子を付けたクレモナ燃糸5 cmを、小ガラス板を底に置いた60mlの培養液の入ったサンプルびんに入れ、1977年5月18日の午前7時30分から、5月19日の午前9時30分まで、1時間毎に容器を移して行った。放出配偶子数と接合子出現率は、2時間後に底にいた小ガラス板を検鏡して推定した。

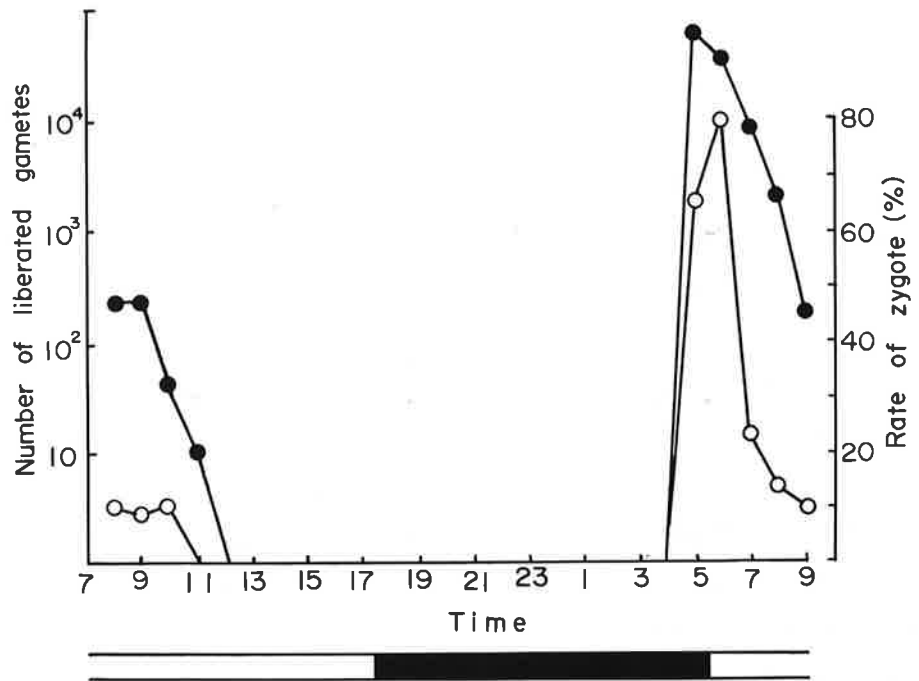


Fig. 4. Diurnal change in liberation of gametes from gametophytes (solid circle) and appearance ratio of zygotes (open circle). A 5 cm—piece synthetic fiber string with gametophytes growing on it was placed on a glass plate in a small vessel. The string was moved onto a new glass plate in a new vessel at intervals of one hour. Numbers of gametes and appearance ratio of zygotes were estimated by examining the spores attached on the glass plate.

この結果はFig. 4 に示したようになり、配偶子の放出は午前4時30分～5時30分（日の出5時20分）と5時30分～6時30分の、日の出から1時間以内に多く、この間に1日に放出される数の97%が放出された。その後、放出配偶子数は減少し、12時から翌朝の日の出までは認められず、配偶子放出の日変化は明瞭な日周期を示した。接合子形成の日変化は、配偶子放出の日変化によく類似し、接合子出現率は午前4時30分～5時30分、5時30分～6時30分にはそれぞれ65、85%で、6時30分～7時30分には23%に低下し、その後は10%前後となり、10時30分以後は接合子は認められなかった。

考 察

以上の培養実験の結果から、フトモズク配偶体の生態について2、3の知見が得られた。まず、成熟と水温との関係を見ると、成熟は水温25℃以下でみられ、特に22℃以下で配偶子放出数は多くなる。近縁種のモズク³⁾では、配偶体の成熟は水温28℃で起り、フトモズクはこれに比べてやや低温で成熟するようである。照度との関係を見ると、成熟は500 lx以上で認められ、2000 lx以上で配偶子放出数は多くなる。モズクでは、配偶体は150 lx以上で成熟し、これに比べてフトモズク配偶体の成熟は、やや高照度を必要とするようで、培養に当ってはこの点に留意する必要がある。次に、海水比重との関係を見ると、成熟は1.010～1.030の実験範囲で認められたが、1.015～1.023、なかでも1.018で配偶子放出数は多く、フトモズク配偶体はやや低比重で成熟しやすいようである。また、1.015の海水比重による長期間の培養でも、配偶体はほぼ正常に生育した。近縁種

のモズクや同じ褐藻類のワカメ⁴⁾、アオワカメ⁵⁾などの配偶体は、1.020以下では正常に生育しないとされており、フトモズク配偶体はこれらに比べて、低比重に対する強い耐性を持っている。

配偶子の接合は水温22℃以下、海水比重1.023～1.027で多く、照度との関係は殆んど認められない。これまで、近縁種のモズク³⁾やオキナワモズク⁶⁾でも、配偶子の接合は水温と関係することが知られており、フトモズクもこれらと同様である。ただ、配偶子が接合する水温は、種によって若干の相異があり、これら3種で比較すると、南方種のオキナワモズクが最も高く、次いでフトモズク、モズクの順序となる。また、配偶子の接合頻度を示す接合子出現率は、これら3種ではフトモズクが最も高いようである。このように、フトモズクでは、配偶子が比較的接合しやすい性質をもつので接合子を、養殖の種苗としては不安定であるとしても、増殖の種苗としては利用できる可能性もある。

要 約

フトモズク配偶体の成熟ならびに配偶子の接合に及ぼす水温、照度、海水比重の影響について培養実験を行った。

- 1) 配偶体の生長は水温21～22℃でよく、14～25℃ではほぼ良好で、照度1000～4000 lx、海水比重1.025～1.030でよい。
- 2) 配偶子複子囊の形成は、水温14～22℃、照度2000～4000 lx、海水比重1.015～1.023で多い。
- 3) 配偶子の接合は水温22℃以下でみられ、海水比重1.023～1.027で多い。照度との関係は殆んど認められない。

- 4) 配偶子放出と接合形成の日変化は、明瞭な周期を示し、日の出から1時間以内の早朝に多く、日中、夜間は認められない。

文 献

- 1) 四井敏雄, 1978: フトモズク的生活環, 日水誌, 44(8), 861-867.
 2) 藤田善彦, 1965: 藻類実験法 (田宮博, 渡辺篤編集) P101, 南江堂, 東京.
 3) 四井敏雄, 1975: モズク配偶体の培養における生態, 長崎水試研報, 1, 1-6.
 4) 斎藤雄之助, 1962: ワカメ増殖に関する基礎的研究. 東大水産実験所業績, 第3号, 1-101.
 5) 右田清治, 1963: オオワカメの培養生態と養に関する研究. 長崎大水研報, 15, 24-48.
 6) 新村 巖, 1976: オキナワモズクの養殖に関する研究-V 配偶子の接合と接合子の発生. 日水 42(1), 21-28.

Influences of Environmental Conditions on the Gametophyte Maturity and Gamete Fusion of a Brown Alga, *Tinocladia crassa*

Toshio YOTSUI

Tinocladia crassa (SURINGAR) KYLIN is one of the edible alga in Japan. Laboratory experiments on the influence of water temperature, light intensity and specific gravity of water on maturity of gametophytes and conjugation of gametes were carried out. The materials used were collected at Nomozaki, Nagasaki Prefecture in 1977.

The gametophytes came to maturity in the water temperature between 14 and 25°C, while gametophyte maturity tend to occur more often when water temperature was below 22°C. In such conditions, maturity of gametophytes occurred frequently in light intensity above 2000 lx, in specific gravity of water between 1.015 and 1.023.

Conjugation of gametes was observed in water temperature below 22°C. In such conditions, conjugation of gametes occurred frequently in specific gravity of water between 1.023 and 1.027. Light intensity seemed to play little role on gamete fusion.

Liberation and conjugation of gametes showed clear diurnal periodicity. They occurred in early morning, especially in the first hour after sunrise and gradually decreased to noon, thereafter no liberation and conjugation of gametes were recognized until next sunrise.