

沖縄産褐藻シマオオギZonaria diesingianaの季節的消長

誌名	水産増殖 = The aquiculture
ISSN	03714217
著者	香村, 眞徳 川越, 力 Indy, J.R. 土屋, 誠 安井, 肇
巻/号	54巻1号
掲載ページ	p. 101-105
発行年月	2006年3月

沖縄産褐藻シマオオギ *Zonaria diesingiana* の季節的消長

Jeane Rimber INDY¹・香村眞徳²・川越 力¹・土屋 誠³・安井 肇⁴

Seasonal Variations of Brown Alga, *Zonaria diesingiana* (Dictyotales, Phaeophyta) from Okinawa, Japan

Jeane Rimber INDY¹, Shintoku KAMURA², Chikara KAWAGOE¹,
Makoto TSUCHIYA³ and Hajime YASUI⁴

Abstract: Seasonal variations in reproductive stages of *Zonaria diesingiana* were studied throughout a year in Okinawa. The results showed the seasonal changes in growth, maturity, and decline of plants. The growth period started at October and the size reached the maximum in June. The asexual reproductive organ was observed during the long period from October to July. The algae declined between July and August, and re-growth occurred in September. The seawater temperatures ranged from 17°C to 30°C were suitable to growth. Of the sexual reproduction, two male gametophytes appeared in November, and female gametophytes were not found. The sporophytes were dominant over a year. These observations suggest that the natural population of *Z. diesingiana* is mainly maintained by vegetative propagation.

Key words: *Zonaria diesingiana*; Seasonal variation; Sporophyte; Vegetative propagation

アミジグサ目植物シマオオギ *Zonaria diesingiana* J. Agardh は、扁平で扇状を呈し、日本の本州中・南部や南西諸島、朝鮮半島、中国、オーストラリアに分布している。シマオオギに関して、配偶体の初期発生 (熊谷・猪野 1964)、胞子体の栄養繁殖 (熊谷 1977)、胞子体、配偶体の内部構造を詳細に観察した報告 (Phillips et al. 1994; Phillips and Clayton 1997) がある。また、本種は抗菌能があるフロロタンニンを含むことで注目されている (Fusetani 1987; Wisespongpan and Kuniyoshi 2003)。しかし、シマオオギの季節的消長に関してこれまでほとんど報告されておらず、本種の繁殖特性等も把握するに至っていない。そこで本研究では、沖縄本島に生育するシマオオギの季節的消長や繁殖特性を調べたのでここに報告する。

材料および方法

沖縄県中城湾の南方に位置する与那原町板良敷沿岸において、波当たりの穏やかな場所で 50 cm 以深の転石、死サンゴ、岩盤上にシマオオギが群生している (Fig. 1)。1997年1月から12月までの期間、毎月、この群落より任意にシマオオギ50個体以上を採集し、海水温を測定した。得られた試料を研究室に持ち帰り、5%ホルマリン海水で保存した。各個体の最大葉長、最大葉幅、茎長を測定し、成熟の有無を調べた。シマオオギの生殖器官は、葉状部の両面に円形で少し隆起した子囊群を形成する (岡村 1909; Phillips et al. 1994; Phillips and Clayton 1997)。成熟藻体と未成熟藻体は、この子囊群の有無で判別した。胞子体は胞子囊群に側

2005年11月29日受付：2006年1月4日受理。

¹北海道大学大学院水産科学院 (Graduate School of Fisheries Sciences, Hokkaido University, Hakodate, Hokkaido 041-8611, Japan).

²財団法人沖縄県環境科学センター (Okinawa Environmental Research and Technology Center, Kyoazuka, Urasoe, Okinawa 901-2111, Japan).

³琉球大学 (University of the Ryukyus, Senbaru, Nishihara, Okinawa 903-2013, Japan).

⁴北海道大学大学院水産科学研究院 (Faculty of Fisheries Sciences, Hokkaido University, Hakodate, Hokkaido 041-8611, Japan).

糸を持つが、雌雄配偶体はそれを持たない (Phillips and Clayton 1997)。そのため、子嚢群を顕微鏡観察し、側枝が有る場合を孢子体、無い場合を配偶体と判断した。孢子体については、葉状部の適当な5箇所を選んで5 cm²の方形枠を置き、その中の孢子嚢群数を調べて、この値から1 cm²当たりの孢子嚢群数に換算した。

シマオオギ属植物の孢子体は1孢子嚢に八分孢子を形成し、それぞれ放出した孢子は発芽して配偶体となる (熊谷・猪野 1964)。本種の孢子体は、円形の孢子嚢群を形成し、周りを1-2個の孢子を持つ若い孢子嚢 (A) が囲み、その中心部に4-8個の孢子を持つ成熟が進んだ孢子嚢 (B) が集まる (Phillips et al. 1994)。これら孢子嚢 A, B は明確に区別ができることから、本研究では若い孢子嚢 (孢子数1-2個) 群を A 群、成熟の進んだ孢子嚢 (孢子数4-8個) 群を B 群とした。葉状部に形成された全ての孢子嚢群を剃刀で切り取り、A と B の数を調べた。この値から A 群と B 群の割合を算出し成熟状況を調べた。配偶体については、配偶子嚢群の切片を作成し、生殖器官の成熟段階を観察した。

結 果

1997年の各月における海水温の変化は、1月に17℃の最低値を示し、7月に33℃の最高値に上昇した後、

12月には20℃まで降下した (Fig. 2)。

各月の平均葉長、平均葉幅、平均茎長の季節変化については、1月に葉長5.3 cm、葉幅6.7 cm、茎長2.1 cmであったが、その後、それぞれの値は上昇し、4月に葉長6.1 cm、葉幅9.0 cm、茎長2.9 cm、6月には葉長6.3 cm、葉幅11.0 cm、茎長3.3 cmに達した (Fig. 3)。7月になると葉状部は腐朽しもろくなって次第に脱落するものが多く認められた。8月に台風等で何れの体も葉状部が流失したが、付着器は残存していることを確認した。9月にはこれら付着器より再び幼体が発現することを確かめ、それらは葉長2.8 cm、葉幅3.5 cm、茎長1.0 cmの値を示した。その後、それぞれの部位における平均値は次第に上昇し、12月までに、葉長5.0 cm、葉幅6.2 cm、茎長1.8 cmとなった。

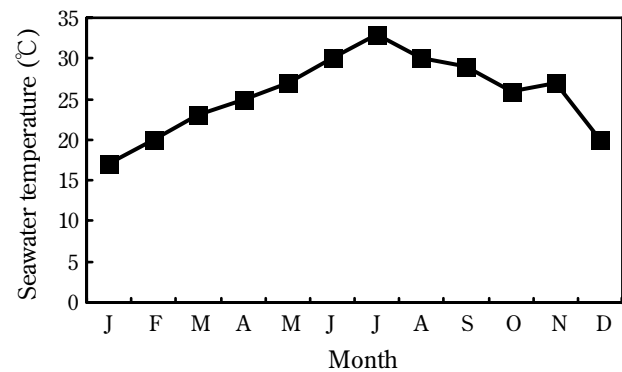


Fig. 2. Seasonal changes in seawater temperature at the study area throughout a year, 1997.

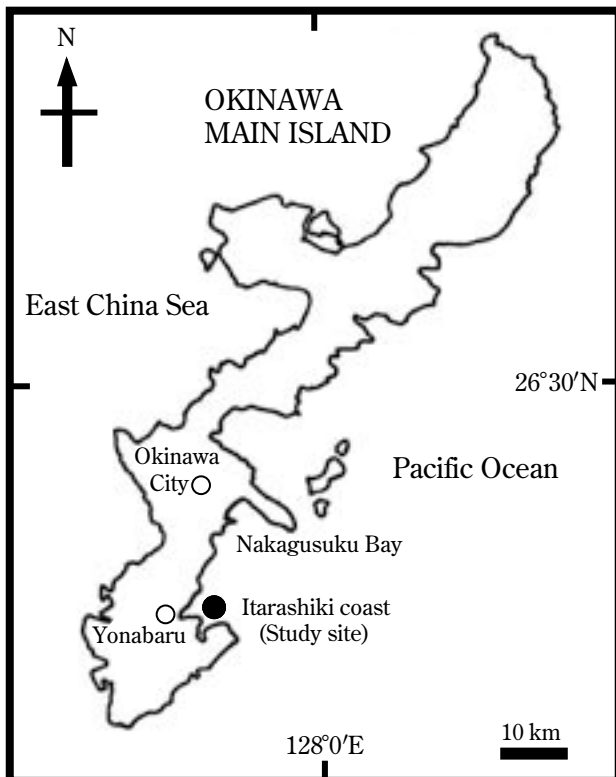


Fig. 1. Map of study site at Itarashiki coast, Nakagusuku Bay, Okinawa, Japan (black circle).

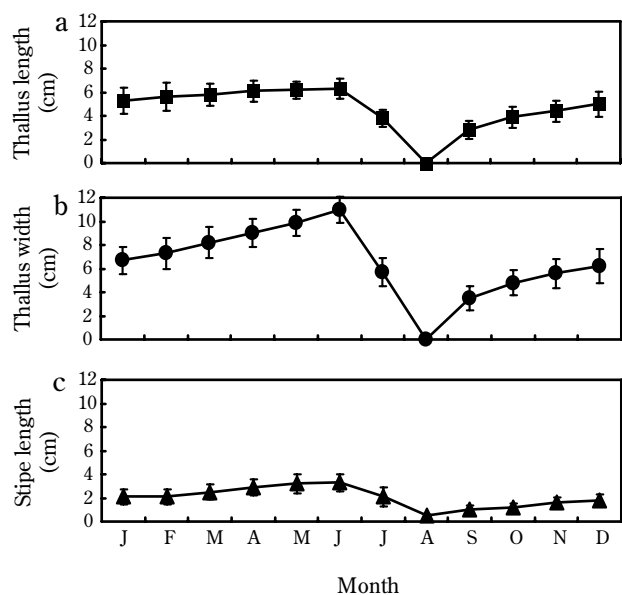


Fig. 3. Seasonal changes in thallus length (a), thallus width (b), and stipe length (c) of *Zonaria diesingiana*, showing each size reached the maximum in June. Vertical bars indicate standard deviations.

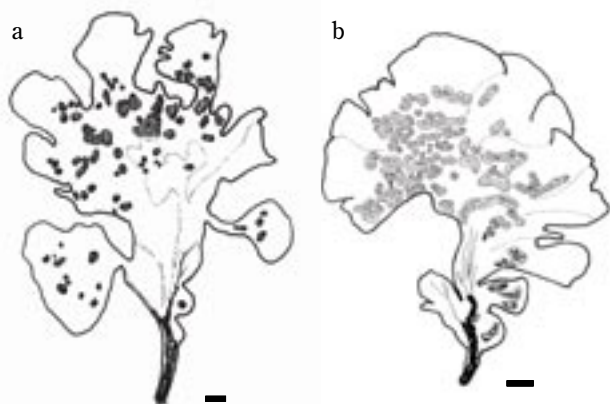


Fig. 4. *Zonaria diesingiana*. a. Habit of sporophyte, showing sporangial sori as blackish sori. b. Habit of male gametophyte, showing male gametangial sori as whitish blister like structure. All scale bars = 1 cm.

胞子体上の胞子囊群は、肉眼で黒褐色を呈し (Fig. 4a), 8月と9月を除く全ての月で存在した (Fig. 5a)。群落における成熟した胞子体の割合は1月~3月に100%であったが、4月に61%を示し、その後も減少し続け7月に11%となった (Fig. 5a)。その後、9月には、残存した付着器より再び葉状部を形成したが、すべて未成熟であった (Fig. 5b)。成熟胞子体の割合は、10月になると73%に増加し、12月には100%に達した。一方、配偶体は、11月に雄性配偶体2個体を認めたが (Fig. 5c)、それ以外の時期には見られず、また、雌性配偶体は年間を通して全く認められなかった。得られた雄性配偶体の配偶子囊群は白色を呈しており (Fig. 4b)、この部位の切片を作成し観察すると、全ての精子囊は未熟であった。

各月における胞子体表面積1 cm²あたりに存在した胞子囊群の数について調べたところ、1月に6.6個/cm²で最大値を示したが、3月~5月には3.0~3.5個/cm²と半減し、7月に1.7個/cm²となり、8月~9月は0個/cm²であった (Fig. 6)。その後、胞子囊群の数は10月に2.8個/cm²を示し、12月には6.2個/cm²まで増加した。

A群/B群の比は、1月に15.3/84.7となり、B群の占める割合が高かった (Fig. 7)。その後、A群の割合が次第に増加し、その比は7月に65.1/34.9となった。8月、9月はA群、B群は認められず、10月にA群/B群の比は55/45を示し、その後、A群/B群の比はB群の割合が増加し、12月に23/77となった。

考 察

アマミグサ目植物の生活史は、胞子体と配偶体が同

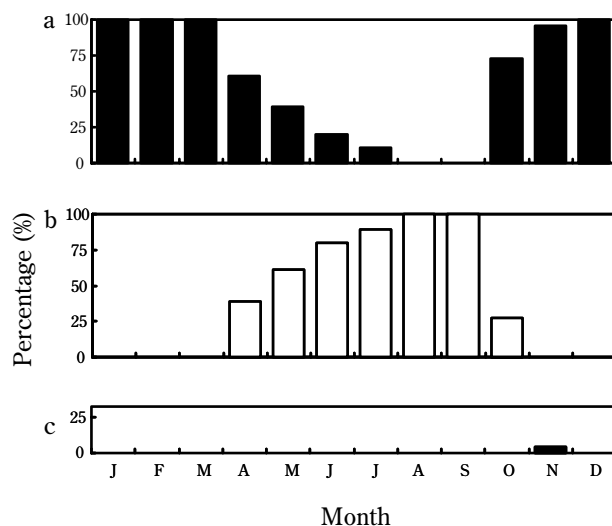


Fig. 5. Seasonal changes in proportion of reproductive stages of *Zonaria diesingiana*, showing prominent mature (a) and sterile sporophytic plants (b), and rare male plants (c) throughout a year, 1997.

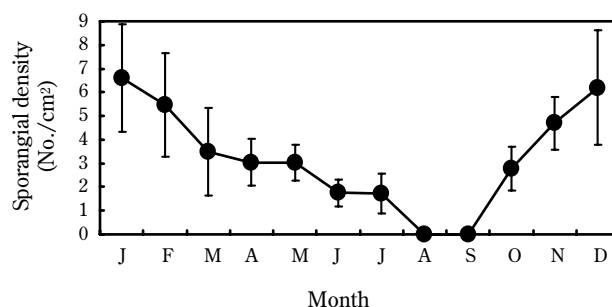


Fig. 6. Seasonal changes in the density of sporangial sori (number of sori per cm²), showing high density during winter and low in summer. Vertical bars indicate standard deviations.

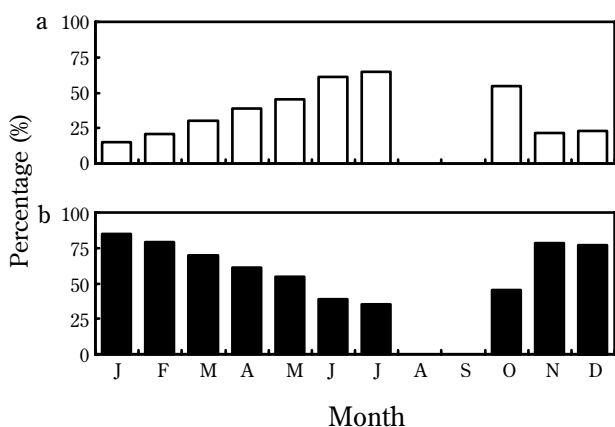


Fig. 7. Seasonal changes in the maturity of *Zonaria diesingiana* sporangia, showing mature sporangia (b) (4-8 spores) were dominant compared with immature sporangia (a) (1-2 spores) throughout a year.

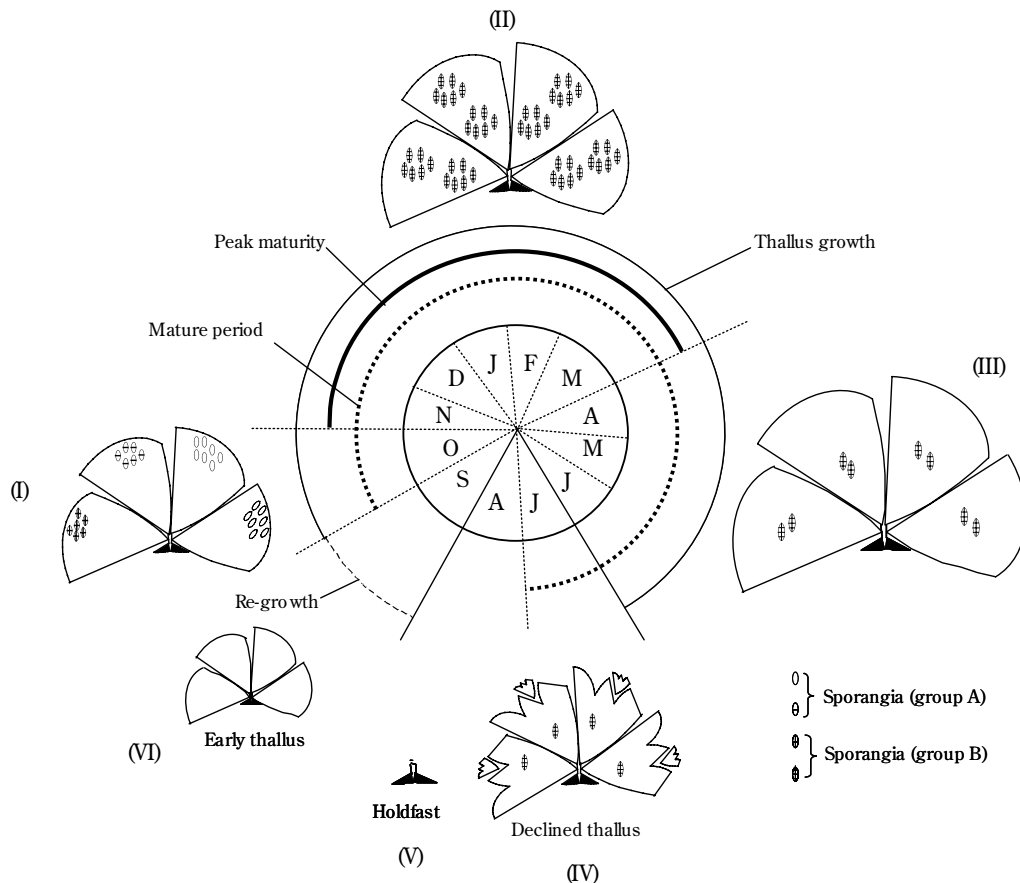


Fig. 8. Schematic drawing of growth and mature cycle of *Zonaria diesingiana*.

型で世代交代を繰り返すとされている。しかし、一般にアミジグサ目植物では、実際に採取される体のほとんどが胞子体であり、配偶体が発見されることは稀である（時田ら 1953; 熊谷 1969, 1972; 藪ら 1993）。オーストラリア大陸南岸に生育しているシマオオギは、胞子体ばかりで、配偶体の存在は極めて稀であるが、大陸東岸では、一年中雌雄配偶体の存在が報告されている（Phillips and Clayton 1997）。沖縄では、胞子体がほぼ1年を通して存在し（Fig. 5a）、未熟な雄性配偶体2個体のみを11月に見出し、雌性配偶体は全く認められなかった（Fig. 5c）。このことから、沖縄産シマオオギは、生殖に関してオーストラリア南岸のものと同じ傾向を持つことがわかった。日本産天然シマオオギの配偶体に関する報告はこれまでなかったが、今回得られた雄性配偶体は何れも生殖細胞の形成が未発達であり、有性生殖が本種群落形成にほとんど関与していないと推察された。

本研究において、葉長、葉幅、茎長の値を季節的にみると10月からそれぞれの値は次第に増加した（Fig. 3）。この時期の水温をみると、17℃～30℃であり（Fig. 2）、これは本種の生長に適した水温の範囲であると考えられる。従って、1年間を通してみると、

10月～翌年6月までは本種の生長期に相当すると思われる（Fig. 8I-III）。

7月～8月の時期は水温が30℃～33℃と1年中でも高水温であり（Fig. 2）、葉状部が腐朽してもろくなり、葉長、葉幅、茎長は著しく低下した（Fig. 3）。さらに8月には葉状部が流失し、岩礁上には付着器だけが残存した（Fig. 3c）。このことから7月～8月は本種の枯死・流失期にあたる（Fig. 8IV, V）。

9月になると、天然シマオオギの残存した付着器より茎状部や若い葉状部が生じることを確かめた（Figs. 3, 5c）。本種について、前年の株の付着器から新しい個体が発生することが既に明らかにされており（熊谷 1977）、また、胞子体は、葉状部上にしばしば幼体を形成し、母体から離れて新しい葉状体になる栄養繁殖能が知られている（岡村 1907; 熊谷 1977; Allender and Kraft 1983）。本研究で9月に認めた幼体や未熟な葉状体はこの栄養繁殖によるものが多いと予想され、この時期は再生期とみることができる（Fig. 8VI）。

本研究の結果、沖縄産シマオオギの成熟期は、10月～翌年7月の約10カ月間に及ぶことがわかった（Figs. 6, 8I-IV）。10月は、ほとんどの葉状体上で若い胞子嚢を多数形成したことから、成熟開始期とみなすこと

ができる (Fig. 6)。11月～翌年3月に成熟胞子体はほぼ100%存在し (Fig. 5a), 若い胞子囊を持つB群が常に70%以上を占めた (Fig. 7)。11月～3月は本種の成熟盛期と言えよう (Fig. 8II)。一方, 6月, 7月は胞子体で成熟部位が減少し, 葉状体のほとんどで胞子囊群が減少しており (Fig. 6), この期間は成熟の終期であろう。

本結果から, シマオオギの季節的消長は水温に強く依存していると考えられ, 少なくとも17℃～30℃が生長に適した水温である。また, シマオオギの葉状部や付着器から盛んに栄養繁殖することから, 本種の繁殖特性を活用することで新しい増殖技術につながり, 抗菌等の機能性成分であるフロロタンニンの安定生産に貢献できると考える。

要 約

沖縄産褐藻シマオオギ *Zonaria diesingiana* J. Agardh の季節的消長を1年間調べた。その結果, 生長, 成熟, 枯死等の状況から, 本種の季節的消長は, 10月～翌年6月が生長期, 10月～翌年7月が成熟期, 7月～8月が枯死・流失期, 9月が再生期に分けることができた。シマオオギは水温に強く依存しており, 17℃～30℃の範囲が生長に適した水温であると考えた。また, 雄性配偶体は11月に2個体のみが見られ, 雌性配偶体はなく, 天然群落で大部分を占めたのは胞子体であった。この海域で, 本種の天然群落は, 有性生殖ではなくほとんどが栄養繁殖によって形成するものと推察した。

文 献

- Allender, B. M. and G. T. Kraft (1983) The marine algae of Lord Howe Island (New South Wales): the Dictyotales and Cutleriales (Phaeophyta). *Brunonia*, **6**, 73-130.
- Fusetani, N. (1987) Marine metabolites which inhibit development of echinoderm embryos. In "Bioorganic Marine Chemistry" (ed. by P. J. Scheuer), Vol. 1, Springer Verlag, Berlin, pp. 61-92.
- 熊谷信孝・猪野俊平 (1964) アミジグサ目の形態発生 IV. シマオオギの胞子発生. 藻類, **12**, 87-96.
- 熊谷信孝 (1969) アミジグサ目の形態発生 VII. サナダグサの配偶子形成について. 藻類, **17**, 91-98.
- 熊谷信孝 (1972) アミジグサ目の形態発生 IX. コモングサとシワヤハズの四分胞子発生. 藻類, **20**, 7-13.
- 熊谷信孝 (1977) アミジグサ目の形態発生 XII. シマオオギとサナダグサの栄養体生殖. 藻類, **25**, 12-18.
- 岡村金太郎 (1909) *Zonaria diesingiana* J. Ag. 日本藻類図譜 第1巻, 東京, pp.16-18, Pl.4.
- Phillips, J. A., M. N. Clayton and A. Harvey (1994) Comparative studies on sporangial distribution and structure in species of *Zonaria*, *Lobophora* and *Homeostrichus* (Dictyotales, Phaeophyceae) from Australia. *Eur. J. Phycol.*, **29**, 93-101.
- Phillips, J. A. and M. N. Clayton (1997) Comparative studies on gametangial distribution and structure in species of *Zonaria* and *Homeostrichus* (Dictyotales, Phaeophyceae) from Australia. *Eur. J. Phycol.*, **32**, 25-34.
- 時田 郁・正置富太郎・籾 熙 (1953) 褐藻エゾヤハズの根様糸について. 北大水産彙報, **4**, 149-156.
- Wispongpan, P. and M. Kuniyoshi (2003) Bioactive phloroglucinols from the brown alga *Zonaria diesingiana*. *J. Appl. Phycol.*, **15**, 225-228.
- 籾 熙・四ツ倉典滋・佐々木剛 (1993) 褐藻エゾヤハズ四分胞子の培養による雌雄配偶体の形成. 藻類, **41**, 137-141.