

北海道函館産オゴノリ *Gracilaria vermiculophylla* (Ohmi) Papenfuss (紅藻オゴノリ目) の生長と成熟

寺田 竜太^{1,2} · 木村 充³ · 山本 弘敏⁴

¹ 高知県海洋深層水研究所 (787-7101 室戸市室戸岬町 7156)

² 高知大学連携大学院農学研究科海洋深層水科学講座 (783-8502 南国市物部乙 200)

³ 北海道大学水産学部育種培養学講座 (041-0821 函館市港町 3 丁目 1-1)

⁴ 北海道大学大学院水産科学研究科育種生物学講座 (041-0821 函館市港町 3 丁目 1-1)

TERADA, Ryuta^{1,2}, KIMURA, Mitsuru³ and YAMAMOTO, Hirotochi⁴: Growth and maturation of *Gracilaria vermiculophylla* (Ohmi) Papenfuss from Hakodate, Hokkaido, Japan. Jpn. J. Phycol. (Sôru) 48: 203-209, Nov. 10, 2000

Seasonal changes of *Gracilaria vermiculophylla* (Ohmi) Papenfuss (formerly known as *G. verrucosa*, or *G. asiatica* in Japan) was studied from April 1997 to February 1998 at Hakodate, northern Japan (Hakodate, Hokkaido). The phenology of reproduction, the proportions of gametophytes and tetrasporophytes, and the seasonal variation in population size were examined. *G. vermiculophylla* showed obviously a seasonal peak in biomass from June to August, but it decreased from September to February. Although vegetative plants existed throughout a year, reproductive plants were appeared from June to October. The biomasses of reproductive plants: spermatangial, cystocarpic and tetrasporangial plants showed distinctive seasonality. There was the remarkable difference between maximum biomasses of tetrasporophyte and gametophyte. The biomass of tetrasporophyte increased to reach 86% of the total population on July 25. Seasonal changes of mean fresh weight per an individual plant also caused different proportions in each reproductive phase. The maximum of mean fresh weight per single tetrasporophyte (1.56 g, on July 10) showed over the twice as much as a spermatangial plant (0.60 g, on June 25) and a cystocarpic plant (0.73 g, on July 10).

Key Index Words: *Gracilaria*, *G. asiatica*, *G. vermiculophylla*, *G. verrucosa*, *Phenology*, *Rhodophyta*, *Seasonal change*, *Seaweed*.

¹ Kochi Prefectural Deep Seawater Research Institute, 7156, Murotomisaki, Muroto City, Kochi, 781-7101 Japan

² Laboratory of Deep Seawater Science, Faculty of Agriculture, Kochi University, Monobe, Nankoku City, Kochi, 783-8502 Japan

³ Laboratory of Aquatic Breeding Science, Faculty of Fisheries, Hokkaido University, 3-1-1, Minato, Hakodate City, Hokkaido, 041-8611 Japan

⁴ Laboratory of Aquatic Breeding Science, Graduate School of Fisheries Science, Hokkaido University, 3-1-1, Minato, Hakodate City, Hokkaido, 041-8611 Japan

緒言

オゴノリ属(紅藻綱オゴノリ目)藻類は熱帯から温帯域にかけての潮間帯上部から漸深帯に生育し、世界で100種以上が報告されている。また本属藻類は寒天原藻のみならず食用としても利用され、南米、南アフリカ、東南アジアなどでは大規模に採藻、あるいは増養殖が行われている産業上最も重要な藻類の一つである(Critchley 1993)。日本では20種が知られており(吉田 1998, 寺田ら 2000)、なかでもオゴノリ *Gracilaria vermiculophylla* (Ohmi) Papenfuss, ツルシラモ *G. chorda* Holmes, シラモ *G. bursa-pastoris* (Gmelin) Silva は刺身

の棲などの食用や寒天の原藻として採取されている。

本属藻類の生態、特に季節消長などに関する研究は、Hoyle (1978)によるハワイ産 *G. bursa-pastoris* (= *G. parvispora* Abbott)と *G. coronopifolia* J. Agardh, Nelson (1989)によるニュージーランド産 *G. sordida* Nelson (= *G. chilensis* Bird, McLachlan et Oliveira), Kim et al. (1993)による韓国産オゴノリ *G. verrucosa* (Hudson) Papenfuss (= *G. vermiculophylla*) 等で知られており、また東南アジア、南米など積極的に採取・増養殖を実施している地域を中心に行われている。しかし日本では、北海道風蓮湖のオゴノリ分布状況(村元 1950)、北海道厚岸湖

産ツルシラモ採藻量の年変動 (Ohmi 1958), 高知県産セイヨウオゴノリ *G. lemaneiformis* (Bory) Greville の季節消長 (Chirapart et al. 1995), 沖縄産クビレオゴノリ *G. blodgettii* Harvey の季節消長と寒天ゲル特性 (Gerung et al. 1997), 大分県のおゴノリ類採藻量の年変動 (伊藤 1999) など, 産業的見地からの報告が多く, 季節消長や世代交代に関する個体群生態学的な立場からの研究は少ない。本属の生活史は通常同型世代交代型 (イトグサ型) であるが, Yamamoto & Yamauchi (1997) は北海道江差産のツルシラモの個体群がベニマダラ型の生活史を持つことを培養で明らかにしており, 本属の生活史の多様性を指摘している。

オゴノリ *G. vermiculophylla* は沖縄県から北海道に至る各地の内湾や, 河口域の砂泥底に繁茂するオゴノリ属の代表種である (Fig. 1)。本種は長らくイギリス産種である *G. confervoides* (L.) Greville と同種とされ, Papenfuss (1950) 以降は *G. verrucosa* (Hudson) Papenfuss の学名が用いられてきた。しかし Zhang & Xia (1985) は, 中国に生育する種類はイギリス産種とは異なるとして *G. asiatica* Zhang et Xia を記載し, 日本産種も *G. asiatica* であるとした。しかし Yamamoto & Sasaki (1988) は函館産オゴノリと Ohmi (1956) が北海道厚岸町から

記載したオゴモドキ *Gracilariopsis vermiculophylla* Ohmi (= *Gracilaria vermiculophylla* (Ohmi) Papenfuss) が正逆共に交雑可能であることから 2 種は同種であることを指摘している。事実, Ohmi (1956) はオゴモドキには囊果中に横断糸 (traversing filament) が存在しないとして本種を *Gracilariopsis* 属としたが, Ohmi が用いた標本中の囊果にも横断糸が存在することを確認しており, オゴノリとは外形や内部形質で殆ど区別がつかない。以上から, 日本や中国に生育するアジア産種がイギリス産種と異なり, またオゴノリとオゴモドキが同種であるならば学名としては *G. vermiculophylla* を用いるべきとして吉田と山本 (in 吉田 1998) により提案され現在に至っている (Terada & Yamamoto in press)。

本種では一般に四分胞子体, 雌雄の配偶体ともに存在し, 形態などについても詳細に記載されているが (Yamamoto 1978), 雄性配偶体は少なく, 季節消長や成熟についての知見はほとんどない。本研究では季節消長に人為的な採集圧の及んでいない北海道函館市の近郊に生育するオゴノリ個体群の現存量や個体サイズを調べると共に, その季節消長と成熟時期, 雌雄の割合を明らかにし考察することを目的とした。

材料および方法

調査地は津軽海峡に面した北海道函館市志海苔 (41°49' N, 140°45' E) 地先で, 潮間帯岩盤上に生育するオゴノリ群落 (約 20m x 30m) を 1997 年 4 月から 1998 年 2 月までの間, 毎月 1~2 回調査した。調査ではオゴノリ群落内にあらかじめ 4カ所の定点を無作為に設定し, 調査毎に定点周辺に縦横 20cm の方形枠を無作為に置き, 枠内のオゴノリとその他の海藻の被度を測定した。被度の測定には方形枠と同寸のプラスチック製格子板 (ドット数 400) を枠上に置き, 藻体上に重なったドットを計測した。測定後, 枠内のオゴノリ全個体を採取して研究室に持ち帰り, 個体数と未成熟体, 雌雄配偶体, 四分胞子体それぞれの湿重量, 現存量 (枠内のオゴノリ全乾重量) ならびに 1 個体ごとの湿重量と体長を測定し, さらに成熟の状態を調べた。また調査毎に調査地の表面水温も測定した。

個体数の計数に際しては, 一個の付着器から複数の直立体 (shoot) が出ている場合や, 複数の付着器が融合している場合は, Nelson (1989) に従い各直立体ごとに分離し, それぞれを一個体として数えた。未成熟および成熟の判定するために, 実体顕微鏡 (Nikon SMZ-2T) で一個体ごと観察し, 四分胞子囊 (Fig. 2), 雄性生殖器官を形成している体 (Fig. 3), また雌性配偶体の場合



Fig. 1. Herbarium specimen of *Gracilaria vermiculophylla* from Shinori, Hakodate on July 24, 1998 (cystocarpic, Terada 747).

は囊果が見られるもの (Fig. 4) を成熟体とし、それ以外を未成熟体とした。体長は付着器から主枝、または一番長い枝の先端までとした。現存量を測定する際には定温乾熱器 (SANYO 製) で重量が定値になるまで乾燥させ (48 時間以上)、電子天秤 (Mettler PJ 360 Deltarange) で計測した。湿重量の測定は、ペーパータオルで藻体表面の水分を拭き取り、一個体ごとに湿重量を電子天秤で計測した。また培養株の雌雄配偶体の割合を調べるため、Yamamoto & Sasaki (1987) の培養方法で単藻培養した。

結果

調査地は河口に近い潮間帯の平磯で、大潮の干潮時にはオゴノリ群落全体が干出する。また4月から7月にかけては平磯上に砂が堆積し、砂の厚さは最高8cm達した場所もあったが、潮流の変化に伴い9月以降には流失した。水温は最低4.2℃ (1月30日)、最高24℃ (7月25日) で、日長は最短9時間9分 (1月30日)、最長15時間13分 (6月25日) であった (Table 1)。オゴノリ群落は4月に被度54%、6月下旬に86%に達した後減少し11月には23%になった。また1月と2月はヘラリュウモン *Dumontia simplex* Cotton など他の海藻が優占した。

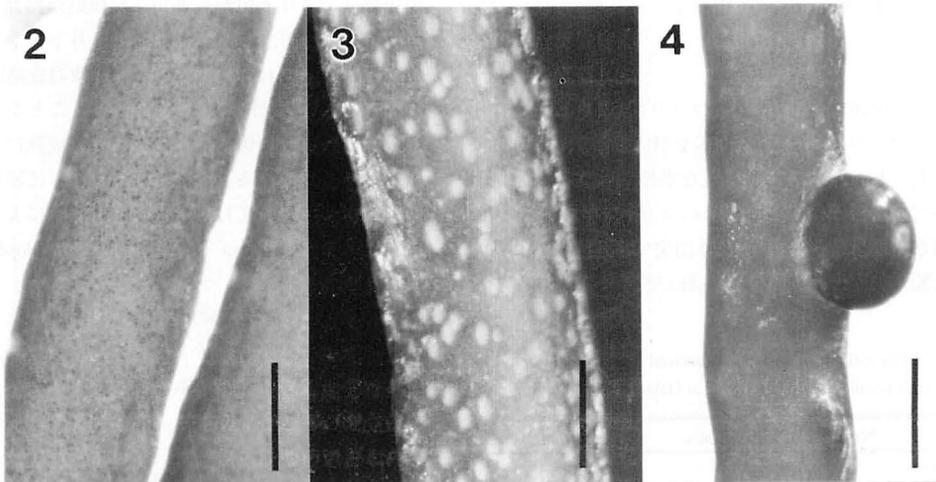
オゴノリの現存量は調査期間内で変動し、著しい季節性を示した (Fig. 5)。現存量は4月から7月にかけて増加し、7月25日に最大 (方形枠あたり平均11.8g) に達した後、8月から12月にかけて著しく減少し、12月19日には最低 (0.11g) を示した。また全藻体の平均体

長も現存量の増加に伴い伸張し、7月10日に13.11cmに達した後、8月から12月にかけて主軸の流失により短くなった (Table 1)。

未成熟体は年間を通して存在し、特に12月から5月にかけては採集個体すべてが未成熟だった。また成熟体は、6月から11月の間でのみ見られた (Table 1)。成熟率 (FRI) は6月9日で10%であったが、6月から7月に増加し、8月23日には79%に達した。群落全体の現存量の季節変化に伴い、雌雄配偶体、四分胞子体の湿重量も大きく変動したが、それぞれで異なる傾向を示した (Fig. 6)。雄性配偶体は6月9日に初めて確認され、7月25日に最大 (方形枠あたり平均9.24g) になったが、8月23日にはほとんど見られなくなった。一方、成熟した雌性配偶体は7月10日に確認され (2.76g)、9月18日に最大 (5.93g) に達した。四分胞子体は7月10日に確認され (48.36g)、7月25日に最大 (73.7g) になったが、8月23日 (19.3g) には著しく減少した。

全個体数に対する未成熟と成熟個体の割合も季節により変動した (Fig. 7)。特に6月では、成熟した個体は全て雄性配偶体で、全個体数の約11%であったが、7月9日には四分胞子体が全個体数の41%を占め、雄性配偶体は16%、雌性配偶体は5%にすぎなかった。しかし、8月23日には雌性配偶体が全個体数の22%を占めた。したがって、雌雄の性比は調査毎に異なり、6月で雌:雄=0:1、7月で1:3と雄性配偶体が多く見られたが、8月には7:2と逆転した。

未成熟体、雌雄配偶体、四分胞子体の個体あたりの平均湿重量には相違が見られた (Fig. 8)。また湿重量



Figs. 2-4. *Gracilaria vermiculophylla* from Shinori, Hakodate on July 25, 1997. 2. Surface view showing matured tetrasporangia. 3. Surface view showing matured spermatangial conceptacles (Verrucosa-type). 4. Cystocarp showing globular shape with slight constriction at bases. Scales: 1 mm for all.

Table 1. Monthly coverage, frequency of reproductive individuals and average length of *Gracilaria vermiculophylla*, water temperature and day length at Hakodate, Hokkaido.

	Coverage (%)		Length of individuals			FRI (%)	WT	DL
	<i>Gracilaria</i> *	Others	Individuals examined	Average length	SE			
1997 Apr. 23	54	18	874	5.49	0.098	0	10	13:41
May. 26	59	12	606	7.58	0.176	0	9.4	14:52
Jun. 9	72	2	673	9.17	0.198	10	9.6	15:09
Jun. 25	86	0	532	11.21	0.277	11	19.6	15:13
Jul. 10	85	0	299	13.11	0.461	62	19	15:02
Jul. 25	83	0	472	10.65	0.450	55	24	14:39
Aug. 23	74	0	608	5.59	0.129	79	22	13:33
Sep. 18	70	0	654	5.66	0.132	75	22	12:22
Oct. 23	31	0	523	3.37	0.099	15	13	10:46
Nov. 20	23	20	654	2.33	0.061	4	11	9:41
Dec. 18	9	27	318	1.78	0.048	0	10.7	9:09
1998 Jan. 30	6	41	541	2.06	0.047	0	4.2	9:57
Feb. 28	14	37	535	3.15	0.082	0	5	11:10

*: *G. vermiculophylla*, FRI: frequency of reproductive individuals, WT: water temperatures (°C), DL: day length

が最大を示した時期は雌雄配偶体, 四分孢子体それぞれが成熟を開始する時期にほぼ一致した。雄性配偶体の湿重量は6月25日に最大(平均0.60g)に達し, 7月25日には0.22g, 9月には0.1gに減少した。雌性配偶体も7月10日に最大(0.73g)になり, 9月18日は0.19g, 11月20日には0.14gに減少した。四分孢子体は7月10日に最大(1.56g)を示し, 7月25日も1.50gでほぼ同じであったが, 8月23日には0.23gと著しく減少した。また体長の平均値を見ると, 雄性配偶体は6月25日で13.16cm, 雌性配偶体は7月10日で17.96cm, 9月18日で6.60cm, 四分孢子体は7月10日で18.53cm, 7月25日で17.70cmとなり, 湿重量と同じ傾向を示した。

考察

北海道函館に生育するオゴノリは5月から7月にかけてオゴノリが優占する群落を形成するが, 8月以降は急激に枯死・流失する顕著な季節性を示すことが明らかになった。また冬季にはヘラリユウモンなど他の海藻が優占しオゴノリ群落は消失するが, オゴノリの附着器から2-3cmの部位で主枝が流失した個体が少数

ながら存在していたことと, 4月にはその部位から再生枝を生じている個体が見られることから, 一部の個体は越冬し翌年に再生長することが分かった。

成熟体が採集される期間は6月から11月であったが, 雌雄配偶体, 四分孢子体それぞれの現存量のピークは年1回だったことから, 本個体群の成熟は年1回で, 2年間でイトグサ型の生活史を完結することを示した。また成熟率は水温が19°C前後に上昇する7月上旬に向けて急増しており, この水温がオゴノリの成熟に適していることが分かった (Table 1)。筆者らの採集記録によると, 本種の成熟開始時期は, 沖縄県で1月, 鹿児島県で3月上旬から下旬, 兵庫県淡路島で3月下旬から4月下旬, 北海道南部では6月下旬から7月上旬で北に向かうほど遅くなるが, 各地の成熟時期の水温はそれぞれ16から20°C程度であることから, 本種の場合は地域に関係なくこの水温域が成熟に適していることを示している (山本 1993)。さらに初夏に成熟する季節性については, Kim *et al.* (1993) による韓国産オゴノリ *G. verrucosa* (現在は *G. vermiculophylla*) と同様の結果を得た。

函館のオゴノリ群落の全現存量は季節によって大きく変動することが明らかになったが (Fig. 5), 群落内の雌雄配偶体, 四分孢子体の各現存量もそれぞれ顕著な季節性を示した (Fig. 6)。配偶体, 孢子体の成熟時期と現存量の関係を見ると, 雄性配偶体は最も早く6月に成熟し現存量も最大に達したが, この時期は雌性配偶体, 四分孢子体のいずれも全く成熟していなかった。成熟した雌性配偶体が見られた7月から8月には,

Table 2. The ratio of *in vitro* plants derived from tetrasporophyte of *Gracilaria vermiculophylla* growing at Hakodate, Hokkaido.

Sex	Number of individuals	Percentage
Male	78	41.9%
Female	93	50.0%
Sterile	15	8.1%
Total	186	

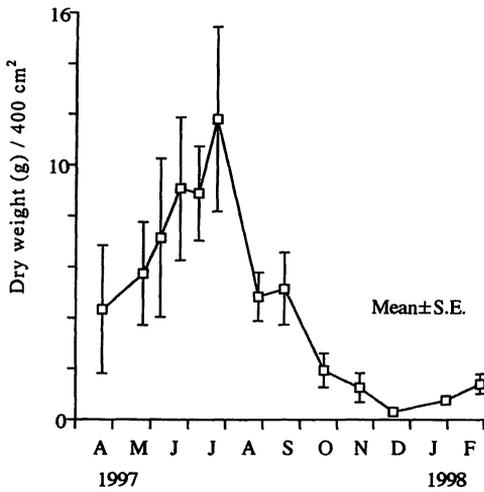


Fig. 5. Seasonal change in biomass (dry weight (g) / 400 cm²) of *Gracilaria vermiculophylla* at Shinori, Hakodate, from April 1997 to February 1998.

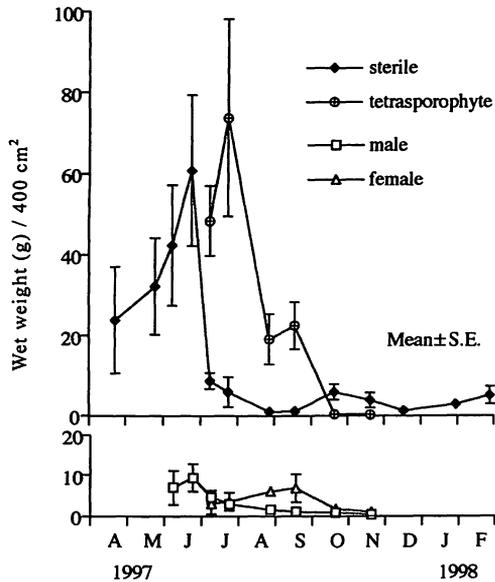


Fig. 6. Seasonal change in average wet weight (g) / 400 cm² for vegetative and reproductive plants of *Gracilaria vermiculophylla* at Shinori, Hakodate, from April 1997 to February 1998.

雄性配偶体の現存量は既に減少しており、雌雄で異なる傾向を示した。この点については、雌性生殖器官(造果器)自体の形成は雄性配偶体の成熟とほぼ同時期であるが、囊果の形成は受精後に始まるため、囊果を有する配偶体の出現が雄性配偶体より遅くなると考えら

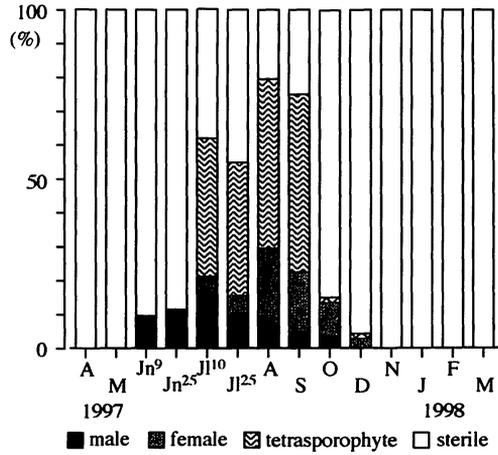


Fig. 7. A ratio for vegetative and reproductive plants of *Gracilaria vermiculophylla* at Shinori, Hakodate, from April 1997 to February 1998.

れる。

7月には、雌雄配偶体を合わせた現存量に対し四分胞子体の現存量は7倍から12倍であり、両者で差異が見られた (Fig. 6)。雌雄配偶体と四分胞子体の個体数の違いについて検討したが、方形枠あたりの雄性配偶体数は、現存量が最大を示した6月10日と6月25日で15-16個体、また雌性配偶体は8月23日と9月18日では29-33個体だったのに対し、四分胞子体が初めて確認された7月10日で平均30個体、現存量が最大を示した7月25日で46個体であった。雌雄配偶体、四分胞子体それぞれの個体数が最大を示した時期が異なり、かつ調査毎の方形枠あたりの個体数も異なるため単純に比較することはできないが、雌雄配偶体を合わせた数と四分胞子体の数に著しい違いはなかった。

雌雄配偶体、四分胞子体それぞれの1個体当たりの平均湿重量を見ると、7月の四分胞子体では、同じ時期の雌性配偶体の約2倍、雄性配偶体の約4倍であった (Fig. 8)。また雄性配偶体は6月下旬に最大に達し、四分胞子体や雌性配偶体が最大になった7月には、雄性配偶体の枯死・流失が既に生じていた。このように、四分胞子体が配偶体よりも大型になる傾向を示したのは、倍数体(四分胞子体)・半数体(配偶体)の倍数性による生長率の違いによるものとも考えられる。しかし、雌雄配偶体は6月に成熟しているのに対し、四分胞子体の成熟は7月に見られ、この時期の水温は本種の生長に適していることから、四分胞子体には生長するための十分な時間がある一方、配偶体の生長率は成

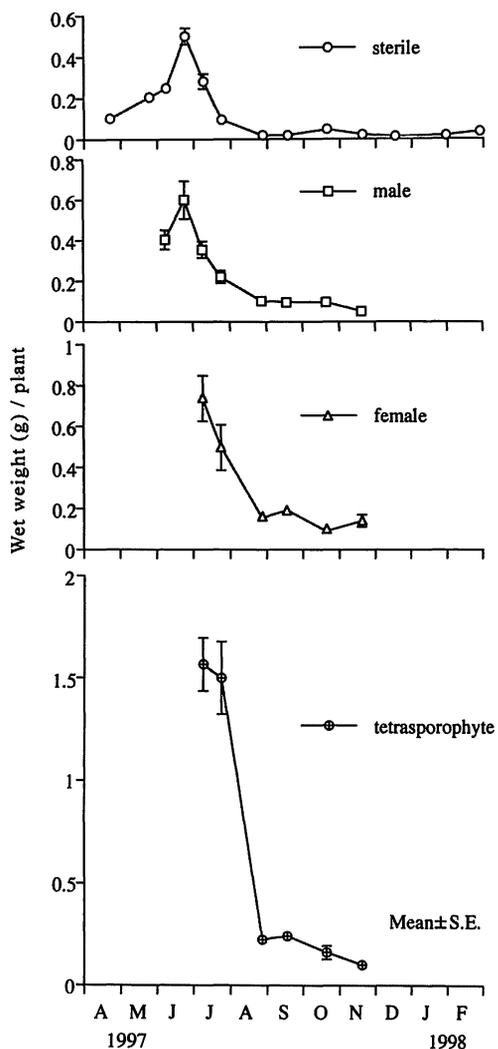


Fig. 8. Seasonal change in average wet weight per plant (g) for vegetative and reproductive plants of *Gracilaria vermiculophylla* at Shinori, Hakodate, from April 1997 to February 1998.

熟により鈍化したため、雌雄配偶体と四分胞子体の成熟に至る約1ヶ月の時間の差が個体の大きさに反映した可能性もある。この点については培養により配偶体・四分胞子体の生長率を更に比較する必要がある。このように雌雄配偶体と四分胞子体との間で1個体あたりの大きさが異なることが、7月下旬において四分胞子体の現存量が全現存量の86%を占める要因になったと考える。またオゴノリ群落全体の現存量は7月下旬から8月にかけて減少するが、1個体あたりの湿重量ならびに体長の減少、すなわち主枝や枝の流失に伴う藻体の小形化によることを明らかにした。

Hoyle (1978) は、ハワイ産 *G. bursa-pastoris* (= *G. parvispora*) と *G. coronopifolia* の個体群では雌雄配偶体に対して四分胞子体の占める個体数の割合が高いことを報告しており、この要因について倍数性や四分胞子の生残率の可能性等を指摘しているが結論には至っていない。また Nelson (1989) はニュージーランド産 *G. sordida* (= *G. chilensis*) 個体群の雌雄個体数比は年間を通してほぼ1:1であると報告している。一方 Kim et al. (1993) は韓国産オゴノリの雌雄配偶体と四分胞子体の個体数比について、雄:雌:四分胞子体:未成熟体=20:20:36:2で、雌雄の比や、配偶体と四分胞子体の比はほぼ1:1だったと述べている。本研究では、7月に採取した四分胞子を培養した結果、実験室内で成熟した雌雄配偶体の比はほぼ1:1であったことから (Table 2), 群落に新たに加入する雌雄配偶体はほぼ同数と推察する。

本種では、雄性配偶体は雌性配偶体や四分胞子体より採集されにくいと言われていたが、これは雄性配偶体がオゴノリの全現存量のピークに達する前に出現するため、採集時期と合わないことに起因するものと考えられる。

謝辞

本研究に際し有益なご助言をいただいた水産庁東北区水産研究所、村岡大佑博士、並びに(財)かごしま水族館、大森純子氏に深く感謝の意を表します。また野外調査、測定などご協力いただいた北海道大学大学院水産科学研究科育種生物学講座の院生ならびに水産学部学生諸氏にもお礼申し上げます。

引用文献

- Chirapat, A., Ohno, M., Sawamura, M. and Kusunose, H. 1995. Phenology and morphology on a new member of Japanese *Gracilaria* in Tosa Bay, southsern Japan. *Fisheries Science* 61: 411-414.
- Critchley, A. T. 1993. *Gracilaria* (Gracilariales, Rhodophyta): An economically important agarophyte. p. 89-112. In: Ohno, M. and Critchley, A. T. (eds.) *Seaweed cultivation and marine ranching*. Kanagawa International Fisheries Training Center, Japan International Cooperation Agency (JICA), Yokosuka.
- Gerung, G. S., Kamura, S. and Ohno, M. 1997. Phenology and agar yield of *Gracilaria blodgettii* in the tropical water, Okinawa, Japan. *Bull. Mar. Sci. Fish., Kochi Univ.* 17: 23-28.

- Hoyle, M. D. 1978. Reproductive phenology and growth rates in two species of *Gracilaria* species from Hawaii. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 35: 273-283.
- 伊藤龍星 1999. 大分県におけるオゴノリ類の採藻漁業. 瀬戸内海ブロック藻類研究会誌 1:4-9.
- Kim, M. S., Lee, I. K. and Boo, S. M. 1993. Phenology and morphology on *Gracilaria verrucosa* (Rhodophyta) on the west coast of Korea: A statistical approach. Jpn. J. Phycol. 41: 345-350.
- 村元正美 1950. 風蓮湖の「オゴノリ」分布状況について. 北水試月報 7: 22-28.
- Nelson, W. A. 1989. Phenology of *Gracilaria sordida* W. Nelson populations. Reproductive status, plant and population size. Botanica Marina 32: 41-51.
- Ohmi, H. 1956. Contributions of the knowledge of Gracilariaceae from Japan, II. On a new species of the genus *Gracilariopsis* with some considerations on its ecology. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 6: 271-279, Pls. 1-2.
- Ohmi, H. 1958. The species of *Gracilaria* and *Gracilariopsis* from Japan and adjacent waters. Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 6: 1-66, Pls. 1-10.
- Papenfuss, G. F. 1950. Review of the genera of algae described by Stackhouse. Hydrobiologia 2: 181-208.
- 寺田竜太・馬場将輔・山本弘敏 2000. 日本新産オゴノリ属藻類 *Gracilaria firma* Chang et Xia (ナンカイオゴノリ, 新称) の形態と分類. 日本藻類学会第24回大会要旨集. 藻類 48:98.
- Terada, R. and Yamamoto, H. 2001. A review on *Gracilaria vermiculophylla* (Ohmi) Papenfuss. In: Abbott, I. A. (ed.) Taxonomy of economic seaweeds with reference of Pacific species volume VIII, California Sea Grant College Program, University of California, La Jolla (in press).
- Yamamoto, H. 1978. Systematic and anatomical study of the genus *Gracilaria* in Japan. Mem. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 25: 97-152, Pls. 1-49.
- 山本弘敏 1993. *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenfuss (オゴノリ). p. 282-283. 堀輝三 (編) 藻類の生活史集成, 第2巻, 褐藻類紅藻類, 内田老鶴圃, 東京.
- Yamamoto, H. and Sasaki, J. 1987. Crossing experiments between populations of so-called *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenfuss from two localities, Shinori and Kikonai in Hakodate. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 38: 335-338.
- Yamamoto H. and Sasaki, J. 1988. Interfertility between so-called *Gracilaria verrucosa* (Huds.) Papenfuss and *G. vermiculophylla* (Ohmi) Papenfuss in Japan. Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. 39: 1-3.
- Yamamoto, H. and Yamauchi, H. 1997. A bisporangial sporophyte in the life history of *Gracilaria chorda* var. *exilis* (Gracilariaceae). p. 97-102. In: Abbott, I. A. (ed.) Taxonomy of economic seaweeds with reference of Pacific species volume VI, California Sea Grant College Program, University of California, La Jolla.
- 吉田忠生 1998. 新日本海藻誌. 内田老鶴圃, 東京.
- Zhang, J. and Xia, B. 1985. On *Gracilaria asiatica* sp. nov. and *G. verrucosa* (Huds.) Papenfuss. Oceanol. Limnol. Sinica 16: 175-180.

(Received 7 June 2000, Accepted 4 Sept. 2000)

