

## 長崎県南部におけるウミトラノオ個体群の成長と成熟

栗原 暁<sup>1\*</sup>・飯間雅文<sup>2\*\*</sup><sup>1</sup>長崎大学水産学部藻類増殖学研究室 (852-8521 長崎市文教町 1-14)<sup>2</sup>長崎大学環境科学部自然環境保全講座 (852-8521 長崎市文教町 1-14)A. Kurihara<sup>1\*</sup> and M. Iima<sup>2\*\*</sup>: On growth and maturation of *Sargassum thunbergii* from southern part of Nagasaki Prefecture, Japan. Jpn. J. Phycol. (Sôru) 47:179-186.

Monthly survey on thallus length and reproductive phenology of *Sargassum thunbergii* were undertaken at two localities in southern part of Nagasaki Prefecture, Japan, i.e. Nomozaki and Douzaki, from May 21, 1997 to March 3, 1998. The environmental conditions of these two localities were different from each other and the results were compared between these two populations. Both populations showed seasonal changes of thallus length and the maximum length was achieved during months of May to June. The minimum sizes were found in August to October at Nomozaki and in August at Douzaki, respectively. Maturation periods were estimated to be in the end of April to early June at Nomozaki, while in June to early August at Douzaki. After the main branches decayed, new branches started to grow in November at Nomozaki and in September at Douzaki. The main differences between these two populations are 1) the maximum thallus length, 2) time of commencement of growth of new main branches, and 3) the presence of biannual maturation (in late spring and in late September to late December) in some individuals of Douzaki population. Comparative study suggested that these dissimilarities seemed to be caused by the environmental factors such as length and frequencies of emergence of thalli during low tide. This is the first report of the ecological survey on *S. thunbergii* in Kyushu area.

**Key Index Words:** *Fucales* - *growth* - *Phaeophyta* - *reproduction* - *Sargassaceae* - *Sargassum thunbergii*.

<sup>1</sup>Laboratory of Algal Culture, Faculty of Fisheries, Nagasaki University, 1-14 Bunkyo-machi, Nagasaki 852-8521 Japan (\*present address: Graduate School of Fisheries, Kagoshima University, 4-50-20 Shimoarata, Kagoshima 890-0056 Japan)

<sup>2</sup>Department of Environmental Conservation, Faculty of Environmental Studies, Nagasaki University, 1-14 Bunkyo-machi, Nagasaki 852-8521 Japan.

ウミトラノオ *Sargassum thunbergii* (Mertens ex Roth) Kuntze はホンダワラ属 *Bactrophyucus* 亜属に属し、南は九州・沖縄から北は北海道までの日本各地、朝鮮半島や中国沿岸に分布し、潮間帯中部から下部にかけて生育している(Yoshida 1983)。

ふつうホンダワラ類は漸深帯に分布する。潮間帯下部に生育する *Bactrophyucus* 亜属のホンダワラ類は9種あるが、潮間帯中部にまで生育できる種は本種のみであり、場所によっては同じ生育帯でヒジキ *Hizikia fusiformis* (Harvey) Okamura と競合する関係にある。このように *Bactrophyucus* 亜属の中では特殊な環境に生育しているウミトラノオの生態に関する研究は、これまで中村ら(1971)が北海道噴火湾で、Umezaki(1974)が京都府舞鶴湾で、丸井ら(1981)が北海道忍路湾で、新井・新井(1983)、新井ら(1985a)、新井ら(1985b)が千葉県小

湊で、Koh *et al.* (1993)が韓国のPadoriで、Zheng and Chen (1993)が中国福建省平潭島で行ったものがある。しかしながら、九州沿岸域の個体群についてはこれまで報告がない。

一方これまでの研究により、北海道噴火湾、忍路湾、京都府舞鶴湾、中国平潭島の個体群は、春～夏に最大になるような年1回の成長・成熟サイクルをもっているが、千葉県小湊の個体群には春と秋に最大となるような年2回の成長・成熟サイクルをもつものが存在することが明らかとなっている(新井・新井 1983)。しかし、これらの研究のいずれもが、単一地域個体群の生態調査である。

本研究では、半島先端部と閉鎖性内湾奥部という大きく生育環境が異なる2地点で、ウミトラノオの成長と成熟にどのような違いが生じるのか、また小湊で見られた年2回成熟の現象は、はたして九州沿岸域に生育する個体群にも見つかるのかを明らかにするため、長崎県南部におけるウミトラノオ個体群の調査を行っ

\* 現住所：鹿児島大学大学院水産学研究所(890-0056 鹿児島市下荒田4-50-20) e-mail: akira@bio.fish.kagoshima-u.ac.jp

\*\*e-mail: iima@net.nagasaki-u.ac.jp

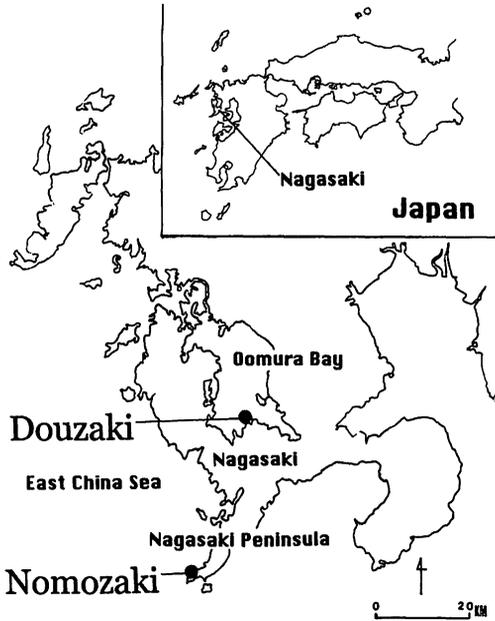


Fig. 1 Map of the study area.

た。同一地域の異なる環境に生育するウミトラノオ個体群の比較は本研究が最初である。その結果成熟期を異にする2つの個体群の存在を確認したのでここに報告する。

#### 材料と方法

調査は1997年5月21日から1998年3月3日までの約10ヶ月間、大潮ごとにほぼ2回の頻度で、長崎県西彼杵郡野母崎町の長崎大学水産学部附属海洋資源教育研究センター裏の海岸(北緯32度35分, 東経129度45分, 以後野母崎と称す)と、西彼杵郡長与町堂崎海岸(北緯32度53分, 東経129度53分, 以後堂崎と称す)の2地点で行った(Fig. 1)。

野母崎は長崎市の南西, 東シナ海に突出する長崎半島の先端に位置し, 外洋的要素の強い海域である。調査海岸の約10m沖には干潮時のみ干上がる瀬があり, 干潮時にはこの瀬が防波堤となり内磯のような観を呈する。調査海岸の潮間帯には, 大型褐藻類では本種とヒジキが大きな群落を形成している。しかし本種は, 水平方向ではヒジキよりも波あたりの弱い場所に, また垂直方向ではヒジキ帯の下部に位置し, 混生する幅は非常に狭い。

一方, 堂崎は大村湾の奥部に位置する岬の最先端にある。この大村湾は南北に約26km, 東西に11kmの中型湾で, 外海とは北部の狭い針尾瀬戸と早岐瀬戸での

み通じている海水交換の少ない極めて閉鎖的な海湾である。そのため湾内の潮位差は極めて小さく, 潮高比は野母崎の0.3倍, 平均潮位差は53cmであり, 高潮間隔は約3時間遅れる(長崎県水質審議会1981)。ここでは南あるいは東の風が吹いた場合, 背後の山が防風の役目を果たす。しかしそれ以外の場合は風波の影響を直接受けるとともに, すぐ沖合いを頻繁に航行する船舶による波の影響も大きい。調査海岸の潮間帯中部から下部にかけては, 本種の密生純群落が保持されており, 野母崎のようにヒジキと混生することはない。本種生育帯以深の岩礁域には, 潮間帯と漸深帯の境界付近にイソモク *Sargassum hemiphyllum* (Turner) C. Agardh が, 漸深帯1~2m付近にヨレモク *S. siliquostrum* (Turner) C. Agardh とアキヨレモク *S. autumnale* Yoshida が生育している。

調査地点にはウミトラノオが優占しており, 作業しやすい比較的平滑な場所を野母崎4地点, 堂崎2地点の計6地点選んだ。1調査地点につき, 50cm×50cm内に生育する藻体の基部に, 番号をつけた園芸用の針金入りビニールひもを結び付けた(新井ら1985a)。これは調査期間中, 同一個体を確実に測定するためである。波の作用などで標識が調査期間途中で流失した場合は, 可能な限り同一個体に再標識した。

ウミトラノオは通常附着器をともにする1株より, 数本から10数本の主枝を出している。本調査ではこの1株を1個体とみなし, 1個体中最長の主枝を附着器から先端まで測定することでその個体の主枝長とした。主枝長の測定には竹製長物差しを使用した。また, 本種は常時, 長さ1cm程の短い主枝も備えているが, 長い主枝が枯死・流出した後, この短い主枝が新たに伸長する。この現象を再成長と呼ぶこととし, 再成長した主枝の長さも同様の方法で測定した。

生殖器床の確認は野外調査時に目視にて行い, 「成熟期」を推定した。成熟期開始は最初に生殖器床の形成を確認した時を指し, 最後に生殖器床を確認した時を成熟期終了とみなした。

海水温度の測定には棒状温度計を用い, 海水面下約30cmで測定し, また同時に地上約1.5m付近の気温も測定した。5月から9月までは昼間に最干潮を迎えるため, 調査時刻は野母崎では昼過ぎ, 堂崎では夕方近くとなり, 10月から翌年3月までは夜中過ぎに最干潮を迎えるため, 調査時刻は野母崎では夜中から, 堂崎では夜明け前後となった。そのため, 気温, 海水温度の測定時刻は調査日によって異なった。

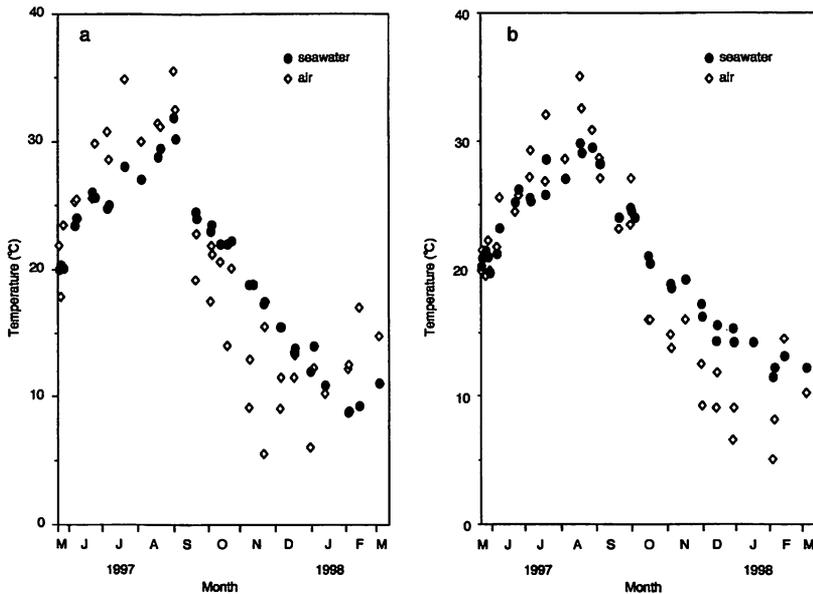


Fig. 2 Monthly changes of surface seawater and air temperatures (°C). (a) In Nomozaki, measurements were made in the afternoon from May to October and in the midnight from November to March. Whereas (b) in Douzaki, temperatures were measured before the sunset from May to August and before the sunrise from September to March.

## 結果

### 1. 野母崎

調査地点のウミトラノオは、変成岩（特に緑色変岩）を主とした岩礁海岸に、潮位にして $-33\text{cm} \sim +28\text{cm}$ の幅で生育していた。この生育帯が干潮時に干出する時間帯と干出頻度を月別にまとめたものをTable 1に示した。5月から9月までは昼過ぎ、9月から1月までは夜半過ぎ、2月から4月は昼過ぎと夜半過ぎの1日2回の干出が見られた。調査期間中の調査地点の海水温と気温の変化をFig. 2aに示した（測定時間は調査日によって異なり一定ではない）。海水温は最低 $11.5^{\circ}\text{C}$ （2月2日）から最高 $29.8^{\circ}\text{C}$ （8月17日）の間で、気温は最低 $5.0^{\circ}\text{C}$ （2月2日）から最高 $35.0^{\circ}\text{C}$ （8月17日）と変化した。

1997年5月から1998年2月までのウミトラノオの主枝長の変化と生殖器床形成個体（図中濃色部分）をFig. 3aに示した。調査を開始した5月21日、主枝長は1cmから160cmまであったが、そのうち5cm～30cmのものがすでに約50%も占めていた。6月から7月にかけては流失個体が増え、30cm未満の個体の割合も増えたが、生育帯下部には50cm以上の藻体が残っていた。平均主枝長は6月20日に41.3cm、7月17日では24.6cmであった。8月にはほとんどが1cm程度の若い主枝だけの状態であり、わずかに枯死寸前の主枝があるだけであった。9月には全ての個体で若い主枝の状

態となっていた。

11月（海水温 $13.1^{\circ}\text{C}$ ）より再成長を開始した個体が見られ始めたが（Fig. 4a）、その後の主枝の伸長は鈍く、2月（ $13.1^{\circ}\text{C}$ ）になっても最長14cm（平均主枝長3.5cm）であった（Fig. 3a）。3月3日（ $12.2^{\circ}\text{C}$ ）では最長30cm（平均6.5cm）と前月よりは成長していた（Fig. 3a）。

一方成熟に関しては、5月24日まで放卵を確認することはできなかったが、生殖器床は十分膨らんで、いつでも放卵・放精できる状態にあり、その後5月25日と27日に放卵を確認した。6月4日には、生殖器床の先端の内部にまだ放出されていない卵や精子が残っていただけであった。放卵時の海水温は $21.4^{\circ}\text{C}$ （5月25日）、 $20.9^{\circ}\text{C}$ （5月27日）であった。その後の6月20日（ $25.2^{\circ}\text{C}$ ）と7月17日（ $25.8^{\circ}\text{C}$ ）には生殖器床は空であった。

### 2. 堂崎

堂崎のウミトラノオは、流紋岩で構成されている岩礁海岸の、潮位 $+15\text{cm} \sim +44\text{cm}$ に帯状に生育していた。堂崎の場合、干出は1日にほぼ2回起こっているが、生育帯が完全に干出するのは、5月から9月は夕方の1日1回、9月から1月は夜明け前後の1日1回、2月から4月は夜明け前後と夕方の1日2回であった（Table 2）。

調査地点の調査期間中の海水温と気温は、Fig. 2bに

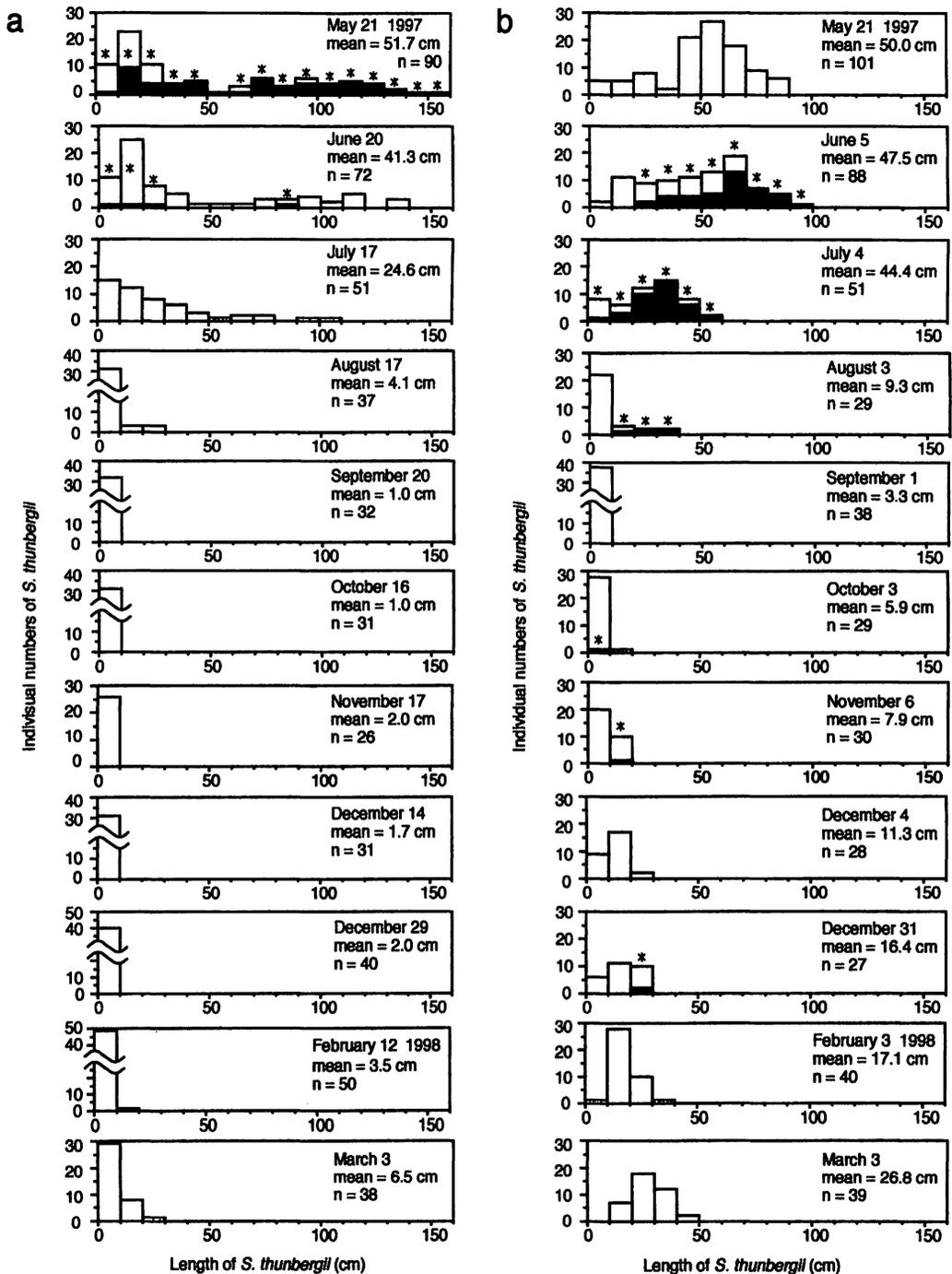


Fig. 3 Comparison of monthly variations in thallus length of *S. thunbergii*; (a) Nomozaki, (b) Douzaki. mean: average length of *S. thunbergii*; □: vegetative plants, ■: matured plants with receptacles. In Nomozaki, mature plants were observed from late April to early June. Whereas in Douzaki, mature plants were observed from early June to early August and late September to late December. Asterisks indicate presence of mature plants.

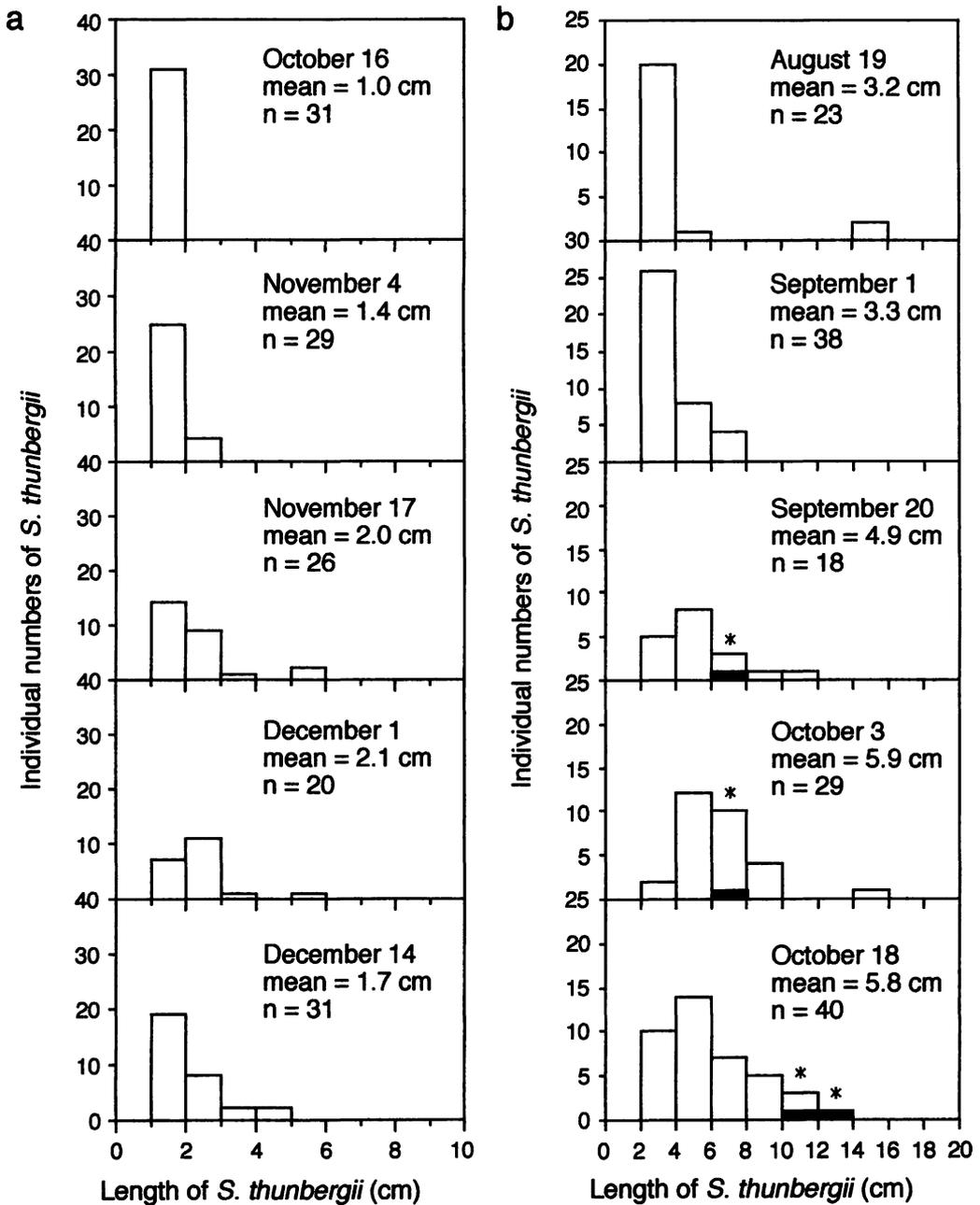


Fig. 4 Comparison of changes of thallus growth on young plants, which started to grow new branches in autumn; (a) Nomozaki: observations were made almost at every spring tide from October to December 1997, (b) Douzaki: observations were made almost at every spring tide from August to October 1997. Symbols are the same as Fig. 3. Asterisks indicate presence of mature plants.

示されるように最低 8.8℃ (2月3日) と 5.5℃ (11月19日) から最高 31.9℃ (9月1日) と 35.5℃ (9月1日) の間で変化し、野母崎よりも海水温の高低差は大きかった。

1997年5月から1998年2月までの堂崎の主枝長の変化と成熟(生殖器床の形成を確認した個体)をFig. 3bに示した。5月、ウミトラノオは藻体長4cmから82cmまでであったが、40cm～70cmのものが60%を占めてい

た。6月に入り最長90cmとなったが、個体群は主枝長40cm～70cmを中心に構成されていた。しかし、10cm～30cmの個体数が増加したため、平均主枝長は5月の50.0cmから47.5cmに減少した。7月になると60cm以上の個体は流失し、2cm～30cmのものが55%となった。8月3日には、平均藻体長7.4cmと、藻体の枯死が目立っていた。

若い主枝が再成長を開始する様子を Fig. 4b に示した。8月3日以後は再成長するまで、長さ2cmほどの若い主枝を残していた。若い主枝の再成長を9月1日(30.2℃)に確認した。その後、藻体は3月3日までに最大40cmまで伸長した(Fig. 3b)。この時期でも側枝を伸ばしている個体はまだわずかであった。再成長を開始した9月からの平均主枝長は、9月20日(24.5℃)に4.9cm、10月18日(22.0℃)に5.8cm、11月6日(18.8℃)に7.9cm、12月31日(12.0℃)に16.4cm、2月3日(8.8℃)に17.1cm、3月3日(11.0℃)に26.8cmと推移した(Fig. 3b, 4b)。

放卵は6月5日、7月5日、7月19日、8月3日に確認された。生殖器床を有する主枝長はそれぞれ26cm～90cm、9cm～58cm、7cm～48cm、15cmであった。8月3日に放卵を確認した個体ではまだ藻体下部が流失せず残っており、そこに生殖器床が形成されていた。放卵が見られた日の海水温度は、23.4℃(6月7日)、25.0℃(7月5日)、28.0℃(7月19日)、27.0℃(8月3日)であった。

また9月20日(24.5℃)に、成熟している1個体を発見した(Fig. 4b)。この日以降、最後に成熟個体が見られた12月下旬(12.0℃)までに4個体を確認した。このうち2個体は春にも成熟していたことが、標識番号から明らかとなった。生殖器床を有する個体は標識個体以外の個体からも5個体ほど確認できた。これらの個体の多くは側枝を形成することなく、生殖器床は主枝より生じていた。10数本ある主枝のうちの1～数本(多くて6本)だけが生殖器床を形成しており、その長さは6cm～20cmであった。秋から初冬にかけて成熟した主枝は1か月ほどで枯死してしまい、同一個体の中でも生殖器床を形成しなかった主枝は、その後も伸長を続けた。

## 考察

野母崎と堂崎のウミトラノオ個体群には、(1)最長主枝長、(2)枯死・流失から新しい主枝の成長開始までの期間、(3)成熟期、に違いが見られた。

### (1) 最長主枝長

5月下旬の平均主枝長は、野母崎と堂崎でほぼ同じであったが、最長主枝長は野母崎の方が堂崎よりも長かった(Fig. 3)。これは、野母崎での成熟期が堂崎よりも早かったためと考えられる。なぜなら一般にホンダワラ類の主枝長は成熟前に最長となるが、野母崎は観察を始める約1ヶ月前にすでに成熟していたからである。Fig. 3aの5月21日では0cm～30cmまでが50%を占めていることから、野母崎ではすでに藻体長の極大期が過ぎていたものと推察される。

他の地域のウミトラノオの主枝長を見ると、忍路湾や舞鶴湾では最大100cm程に達し(丸井ら1981、Umezaki 1974)、中国平潭島では平均54cm(Zheng and Chen 1993)、小湊では最大40cm未満(平均15cm)(新井・新井1983、新井ら1985a、新井ら1985b)、韓国Padoriの平均はわずか6.3cmである(Koh *et al.* 1993)。このような地域による藻体長の違いは、新井・新井(1985a)が考察したように、潮汐が影響しているのかもしれない。野母崎の生育帯は潮位-33cm～+28cmにあり、最長主枝長は160cmであるから、藻体の先端は野母崎の平均潮位(164cm)付近に到達する。一方堂崎は、潮位+15cm～+44cmに生育しており、最大主枝長は90cmであるから、主枝の先端は常に堂崎における大潮最高潮面(104cm)を超えている。このように堂崎では主枝の先端が水面に達した状態にあり、最大でも90cm程度までしか成長できないものと考えられる。(2) 枯死・流失から再成長(新しい主枝が成長)を開始するまでの期間

成熟後、主枝は徐々に枯死し、流失していく。両地点とも8月には成熟を終えた主枝の多くは流失していた。その後、堂崎は9月には新しい主枝の伸長が見られたのに対し、野母崎では新しい主枝が伸長を開始する11月までの間、全く伸長していない(Fig. 3)。舞鶴、小湊、中国平潭島、韓国Padoriのウミトラノオは小湊同様、主枝の流失後、徐々にだが主枝は伸長している。

長崎は温帯に位置しており、海水温も野母崎では11.5～29.8℃(温度差18.3℃)、堂崎では8.8～31.9℃(温度差23.1℃)と、両地点はそれほど違いがなく、日長は両地点とも明期/暗期=10時間/14時間～14時間/10時間である。野母崎と堂崎の生育環境の違いは干出時間帯と1ヶ月間に干出する頻度にあると推察される(Table 1, 2)。

野母崎の場合、6月後半から9月の大潮時は、昼時に干出する(Table 1)。この時、気温は25℃以上と高く(Fig. 2a)、この高温下での干出による藻体の乾燥が、秋に伸長する若い主枝の成長を抑制しているものと考え

Table 1 Monthly changes of the time and frequency of low water at Nomozaki, which reached at least a part of growing zone of *S. thunbergii*.

Month	Date	Days <sup>*1</sup>	Time of low water <sup>*2</sup>
1997 April	6-8	3	1 AM-3 AM
	6-11, 22-27	12	2 PM-5 PM
May	5-10, 21-26	12	1 PM-5 PM
June	3-8, 20-24	11	1 PM-5 PM
July	4-6, 19-23	8	2 PM-4 PM
August	17-20	4	2 PM-3 PM
September	16-17	2	2 PM-3 PM
October	16-20	5	2 AM-4 AM
November	2-4, 13-19, 29-30	12	1 AM-5 AM
December	1-5, 12-18, 28-31	16	0 AM-5 AM
1998 January	1-4, 10-17, 26-31	18	0 AM-6 AM
February	1-2, 9-15, 25-28	13	1 AM-5 AM
	28	1	4 PM-5 PM
March	1-2, 13-14, 26-30	10	1 AM-5 AM
	1-3, 27-31	8	2 PM-6 PM

\*1 Sum of number of days when the growing zone emerged.

\*2 Approximate time that tide reached the low water mark during these days.

られる。

一方堂崎は、ほぼ1日2回干出している(時間帯は日に30分ずつ遅れている)が、昼頃に干出するのは生育帯の上半分だけである。また、生育帯が完全に干出する時間帯は気温も日射量も日中より低下する、日没前後である(Table 2)。このことが、藻体の乾燥をかなり抑えており、このことが堂崎での9月からの再成長を可能にしたと考えられる。

### (3) 成熟期

野母崎では4月下旬~6月上旬(成熟開始は不明)、堂崎は6月上旬~8月上旬と時期的には多少ずれているが、成熟期間は約2ヶ月と同じであった。しかしながら、堂崎は9月下旬から12月下旬の間で成熟した個体が存在していた点で、野母崎と区別できる。

これまでの報告から、ウミトラノオの成熟期を2つに分けることができる。1つは年1回成熟タイプ、もう1つは年2回成熟するタイプである。前者には北海道忍路湾、京都府舞鶴湾、後者のタイプは千葉県小湊である。今回、野母崎は年1回タイプ、堂崎は年2回タイプであることが判明した。

小湊のウミトラノオは潮間帯中部の平らな岩盤上で密な群落を形成しており、同一個体が春と秋の年2回成熟する個体群が存在する(新井ら1983)。小湊では20cm以下でも成熟が可能であることから、夏に藻体上部が流失しても秋に短時間で再成熟可能な長さには達することができる。そのため年2回の成熟を行うことが

Table 2 Monthly changes of the time and frequency of low water at Douzaki, which reached all parts of the growing zone of *S. thunbergii*.

Month	Date	Days <sup>*1</sup>	Time of low water <sup>*2</sup>
1997 April	5-9	5	4 AM-7 AM
	6-12, 22-27	13	5 PM-9 PM
May	5-11, 21-27	14	4 PM-9 PM
June	3-8, 19-25	13	4 PM-9 PM
July	3-7, 18-23	11	4 PM-8 PM
August	17-21	5	5 PM-7 PM
September	18-20	3	4 AM-7 AM
	15-18	4	4 PM-6 PM
October	16-20	5	5 AM-8 AM
November	1-5, 13-19, 29-30	14	4 AM-8 AM
December	1-5, 12-19, 27-31	18	3 AM-8 AM
1998 January	1-4, 10-17, 24-28	18	3 AM-9 AM
February	1-2, 9-16, 24-28	15	3 AM-9 AM
	27-28	2	6 PM-7 PM
March	1-2, 11-15, 26-31	13	4 AM-8 AM
	1-3, 16, 27-31	9	5 PM-9 PM

\*1 Sum of number of days when the growing zone emerged.

\*2 Approximate time that tide reached the low water mark during these days.

できたのではないかと考えられている(新井ら1985a)。

本研究において、野母崎でのウミトラノオ個体群の成熟時期は、これまでの報告(四井ら1984)と同様、4月下旬~6月上旬の春だけであったと思われる(成熟開始時期は不明)が、堂崎個体群の中に、小湊のように年2回の成熟を行う個体が明白に存在した。またそれらの主枝長は20cm以下であった点でも小湊の個体群(新井ら1985a)と似ていた。しかし、小湊は秋が成熟の中心で、春だけ成熟する個体はなかったのに対し、堂崎は春が成熟の中心で、秋だけ成熟する個体は見つからなかった点で逆であった。

*Bactrophyucus* 亜属のうち、同種内で成熟時期が異なっていることの報告には、千葉県小湊のウミトラノオの他に、瀬戸内海のアカモク *Sargassum horneri* (Turner) C. Agardh (奥田1987) や石川県能登半島のフシジモク *S. confusum* C. Agardh (舟橋1968, 筒井・新井1996) や高知県土佐湾のトゲモク *S. microcanthum* (Kützting) Endlicher (大野1984)、千葉県小湊のノコギリモク *S. macrocarpum* C. Agardh (中嶋・今野1979, 1980) がある。しかし、これらはいずれも同一個体が2度成熟する小湊のウミトラノオの型とは、成熟期を異にする個体が別に存在する点で異なる。

堂崎で秋に成熟が可能であった理由として、まず9月から再成長を開始できたことが大きい。秋季は温度や日長などが春と比較的類似する環境条件下にあったため、ある程度の大きさに成長していた(7cm~22cm)

藻体は成熟できたのではないかと考えられる。

今回の調査により、地理的には近い場所に位置していても、生育環境の違いによってウミトラノオの生態が大きく変化することが示唆された。今後は、このような現象がその年だけに起こったものなのか、それとも毎年の現象なのかを明らかにするためにも、継続的な長期間の観察が必要である。

#### 謝辞

本稿の御校閲を賜った鹿児島大学水産学部の野呂忠秀教授に謹んで御礼申し上げます。また、引用文献について貴重な教示を頂いた瀬戸内海区水産研究所寺脇利信博士に謹んで感謝の意を表します。

#### 引用文献

- 新井朱美・新井章吾 1983. ヒジキとウミトラノオの入植に影響する諸条件. 水産増殖, 30: 184-191.
- 新井朱美・新井章吾・三浦昭雄 1985a. 千葉県小湊におけるウミトラノオの生長と成熟. Jpn. J. Phycol., 3: 160-166.
- 新井章吾・新井朱美・片田実 1985b. 人の踏みつけによるヒジキ群落の衰退. 水産増殖, 33: 172-176.
- 舟橋説往 1968. 能登半島とウラジオストックの海藻分布について. Jpn. J. Phycol., 16: 71-81.
- Koh, C., Kim, Y. and Kang, S. 1993. Size distribution, growth and production of *Sargassum thunbergii* in an intertidal zone of Padori, west coast of Korea. Hydrobiologia, 260/261: 207-214.
- 丸伊満・稲井宏臣・吉田忠生 1981. 北海道忍路湾におけるホンダワラ類の生長と成熟について. Jpn. J. Phycol., 29: 277-281.
- 中村義輝・館脇正和・中原紘之・斉藤捷一・増田道夫 1971. ウミトラノオ (*Sargassum thunbergii*) の現存量の季節的变化. 黒潮海域沿岸部の生物生産並びに物質循環に関する研究. 昭和45年度IBP研究業績研究報告: 15-16.
- 長崎県水質審議会 1981. 大村湾水質汚濁対策基本計画—大村湾 ブルー計画—. 長崎県環境部, 長崎.
- 中嶋泰・今野敏徳 1979. 千葉県小湊の漸深帯に生育するホンダワラ属海藻の成熟・卵放出期間. Jpn. J. Phycol., 27: 53-54.
- 中嶋泰・今野敏徳 1980. 千葉県小湊に生育するノコギリモクの成熟2型について. Jpn. J. Phycol., 28: 62.
- 奥田武男 1987. アカモクにおける雌雄同株個体と秋季の成熟. Jpn. J. Phycol., 35: 221-225.
- 大野正夫 1984. 土佐湾沿岸のホンダワラ類の季節的消長. 大植臨海研究センター報告, 10: 79-81.
- 筒井功・新井章吾 1996. 九十九湾城ヶ崎で観察された秋に成熟するフシスジモク. のと海洋ふれあいセンター研究報告, 2: 71-75.
- Umezaki, I. 1974. Ecological Studies of *Sargassum thunbergii* (Mertens) O.Kuntze in Maizuru Bay, Japan Sea. Bot. Mag. Tokyo, 87: 285-292.
- Yoshida, T. 1983. Japanese species of *Sargassum* subgenus *Bactrophyucus* (Phaeophyta, Fucales). J. Fac. Sci., Hokkaido Univ., Ser. V (Botany), 13(2): 99-246.
- 四井敏雄・中村伸司・前迫信彦 1984. 長崎県野母崎沿岸におけるホンダワラ類8種の成熟期. 長崎県水産試験場報告, No. 10: 57-61.
- Zheng, Y. and Chen, Z. 1993. The seasonal growth and reproduction of *Sargassum thunbergii* (Phaeophyta) in Pingtan Island, Fujian Province. J. Fujian Normal Univ., 9: 81-85 (In Chinese with English summary).

(Accepted Oct. 1 1999)