

千葉県小湊におけるウミトラノオの生長と成熟

新井朱美*・新井章吾**・三浦昭雄*

* 東京水産大学植物学教室 (108 東京都港区港南 4-5-7)

** (株) 海藻研究所 (221 神奈川県横浜市神奈川区高島台 14-3)

ARAI, A., ARAI, S. and MIURA, A. 1985. Growth and maturation of *Sargassum thunbergii* (MERTENS ex ROTH) O. KUNTZE (Phaeophyta, Fucales) at Kominato, Chiba Prefecture. Jap. J. Phycol. 33: 160-166.

Seasonal changes in thallus length and maturation period of *Sargassum thunbergii* were studied at Kominato, Chiba Prefecture, from June 1979 to January 1982. The thallus length was at its maximum twice a year, in the early spring (March to April) and in the fall (September to October). Maturation of the thalli was observed both in the spring (May to July) and in the fall (September to December). The proportion of fertile plants in the spring was about one half of that in the fall.

It was shown from the observations of tagged plants that there were three types of thalli which become matured: plants bearing receptacles both in the spring and in the fall, plants bearing receptacles only in the fall, and plants not bearing receptacles throughout the year. No plant was found that became fertile only in the spring. The reason why the plant of *Sargassum thunbergii* becomes matured twice a year may be: (1) it has always young primary laterals on the stem, some of which always grow to elongate, and (2) it grows to the size necessary for receptacle production in only a few months because there is not a large difference of thallus length between a maximum length at maturation and a minimum length at non-maturation period (less than 10 cm in mean length).

Key Index Words: Fucales; growth; maturation; Phaeophyceae; *Sargassum thunbergii*.

Akemi Arai and Akio Miura, Laboratory of Phycology, Tokyo University of Fisheries, Konan 4-5-7, Minato-ku, Tokyo, 108 Japan. Shogo Arai, Marine Algae Research Co., Ltd., Takashimadai 14-3, Kanagawa-ku, Yokohama-shi, Kanagawa, 221 Japan.

ウミトラノオ *Sargassum thunbergii* は北海道から沖縄にいたる日本各地に広く分布し、岩礁上に生育する。ウミトラノオの生態に関する研究は、中村ら(1970, 1971) が北海道噴火湾で、UMEZAKI (1974) が京都府舞鶴湾で、丸伊ら (1981) が北海道忍路湾で行った。いずれの調査においても、ウミトラノオの藻長は 7~8 月にかけて最長となり、この時期に成熟することが報告されている。しかし、外海に面した千葉県天津小湊の東京水産大学小湊実験場地先で観察されたウミトラノオは、3~4月と9~10月の年2回極大藻長となり、5~7月と9~12月の2回生殖器床の形成が観察された(新井・新井 1983)。筆者らは、同所で幾つかの個体に標識をつけ、生長および成熟について調査し、さらに詳しい結果を得たのでここに報告する。

材料と方法

東京水産大学小湊実験場は、房総半島の外海に面した安房郡内浦湾の湾口西側に位置している(北緯 35°07', 東経 140°10')。同実験場地先のウミトラノオは、潮間帯上部から下部まで広く分布しているが、特に潮間帯中部の平らな岩盤上で密な群落を形成している。調査はすべて平均潮位付近の岩盤上で行われた。小湊の平均潮位における昼夜別月間干出時間と月間平均潮位および潮位範囲を Fig. 1 に示す。これらは潮位表(気象庁)と天測曆(海上保安庁)から算出したものである。

調査は 1979 年 6 月から 1981 年 1 月まで行われた。1979 年 6 月から 1980 年 12 月までは毎月 1 回、ウミトラ

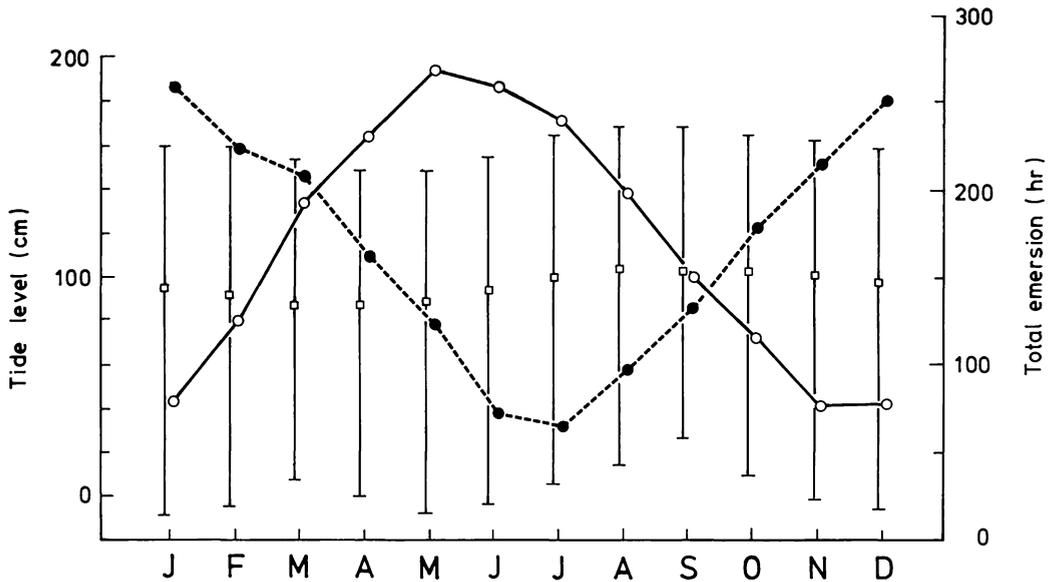


Fig. 1. Monthly mean tide levels (□), tidal ranges (vertical lines) and monthly total emersion in daytime (○) and night (●) at the mean tide level at Kominato from January to December 1980. (data from the Tide tables by Japan meteorological Agency and the Nautical Almanac by Maritime Safety Agency)

ノオの純群落内およびヒジキとの混生群落内から無作為に 150 個体を選び、藻長を測定し、生殖器床の有無を記録した(その一部はすでに報告した。新井・新井 1983)。同一個体の成熟状況を調べるため、1980年5月と1981年5月の2回、個体標識を行った。個体標識の方法は Fig. 2 に示すように、細い針金の入ったビニール製テープに不滅スタンプインキで番号を記入し、それをウミトラノオの茎に取り付けた。このような標識方法のため、藻長が約 5 cm 以下の小さな個体には標識がつけられなかった。1980年5月には150個体のウミトラノオに標識をつけ、1980年12月末までほぼ1ヶ月に1回、藻長を測定し生殖器床の有無を調べた。同様に1981年5月には60個体のウミトラノオに標識をつけ、1982年1月まで調べた。なお、1981年5月に標識した個体はすべて1979年秋から1980年4月までに発芽した2年級群である。

Fig. 3 に1979年6月から1980年12月までの水温と気温の月平均の変化を示す。これらの値は小湊実験場の観察記録から求めたものである。

結 果

ウミトラノオは多年生の海藻で、成体となった藻体は短い茎から常に10本以上の主枝を発出している (Fig.

2)。生長期にはそれらのうち数本が伸長し、その上に生殖器床を形成する。

無作為に選んだ150個体の平均藻長と、1980年5月および1981年5月に個体標識をした個体の平均藻長の月別変化を Fig. 4 に示す。また、生殖器床をもつ個体の割合を Fig. 5 に示す。1980年5月に標識をつけた150個体のうち調査終了時の1980年12月まで標識が残ったのは107個体で、1981年5月に標識をつけた60個体のうち1982年1月まで標識が残ったのは42個体であった。Fig. 4 および Fig. 5 は、残った標識個体のデータのみを用いた結果である。

無作為測定個体の平均藻長は3~4月と9~10月の年2回極大を示した。標識個体の測定は5月から始められたため、春に平均藻長が極大となった月を限定できないが、やはり春と秋の2回極大を示した。平均藻長は5~15 cm の範囲で変動し、最長となった個体でも40 cm を越えることはなかった。標識個体の平均藻長が無作為測定個体のものに比べて長いのは、前述したように小さな個体には標識がつけられなかったためである。小湊において、卵から発芽生長したウミトラノオの幼体は10~4月までみられるが(新井・新井 1983)、無作為測定個体中には卵から発芽したと思われる個体は極めて少なかった。

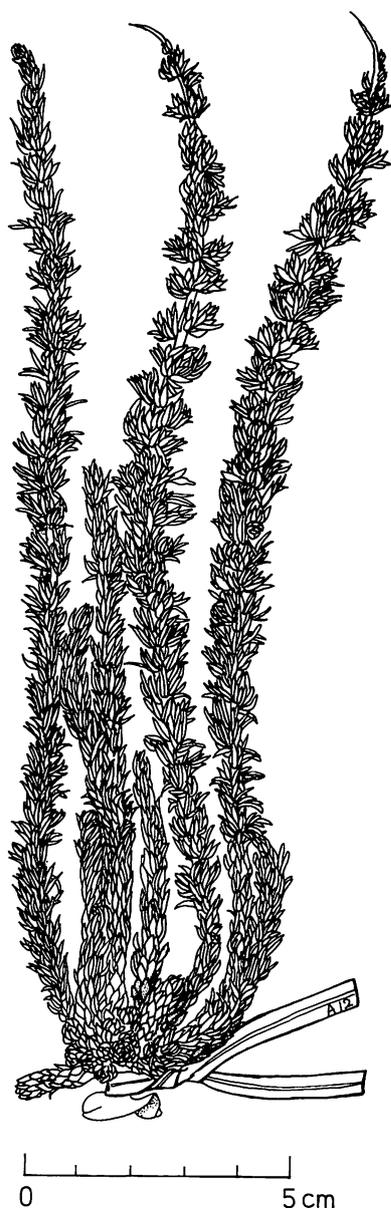


Fig. 2. An individual plant of *Sargassum thunbergii* showing a tag at its basal portion, which was collected in March 1981.

生殖器床をもつ個体は5~1月に観察されたが、生殖器床をもつ個体の割合は、無作為測定個体、標識個体ともに6月と9~10月の年2回極大となり、成熟期は春(5~7月)と秋(9~12月)に分けられる(Fig. 5)。生殖器床をもつ個体の割合は、いずれの年でも春の方が秋より少なく、また、無作為測定個体の場合は標識

個体の場合より少なかった。標識個体について詳しくみると、成熟期間は個体による差がかなりみられた。春においては、5~7月常に生殖器床をもつ個体、この期間の1か月あるいは2か月、生殖器床をもつ個体があった。秋についても同様の個体差が認められた。このため、たとえば1980年春には51%の個体が成熟していたが、全ての個体が同時に成熟するわけではないので、生殖器床を有する個体の割合は最も多い月でも40%であった。

5~7月に生殖器床がみられる場合を春季成熟、9~12月に生殖器床がみられる場合を秋季成熟と呼ぶことにする。標識個体についての観察結果にもとづくと、春と秋の2回成熟するもの(春秋成熟個体)、秋だけ成熟するもの(秋季成熟個体)、両季とも成熟しないもの(不成熟個体)の3タイプに分けられ、春季のみ成熟する個体(春季成熟個体)は全く見出されなかった。1980年および1981年における春秋成熟個体、秋季成熟個体、不成熟個体の個体数を Fig. 6 に示した。1980年には春秋成熟個体と秋季成熟個体が約半数ずつをしめ、不成熟個体は107個体中1個体のみであった。1981年には春秋成熟個体がやや多く、不成熟個体は42個体中2個体であった。

春秋成熟個体、秋季成熟個体、および不成熟個体について、それぞれ求めた平均藻長の季節変化を Fig. 7 に示す。1980年、1981年とも、春秋成熟個体の方が秋季成熟個体より常に長かった。特に前者だけが成熟する春には、その差が大きかった。t検定によると、1980年には全調査時において5%で有意な差が認められた。1981年には5~8月では5%で有意な差が認められたが、9~1月では差が認められなかった。不成熟個体の平均藻長は、1981年6~7月を除き前2者よりも短かった。

考 察

ウミトラノオの藻長と成熟の季節変化に関しては、京都府舞鶴湾と北海道の噴火湾および忍路湾で行われた研究がある。舞鶴湾では潮間帯のウミトラノオは7~8月の高水温、高潮位の時期に最大藻長に達し、成熟する(UMEZAKI 1974)。噴火湾でも7~8月に最大となり成熟している(中村ら 1970)。忍路湾においては7~9月上旬までの成熟期のあと、10月中旬に同一個体の基部近くの枝に生殖器床が形成され、結果として成熟期が長期化したと報告されている(丸伊ら 1981)。しかし、藻長変化のパターンは舞鶴湾および噴火湾の場合と似ていて、7~8月に最大となり、その後枯死、

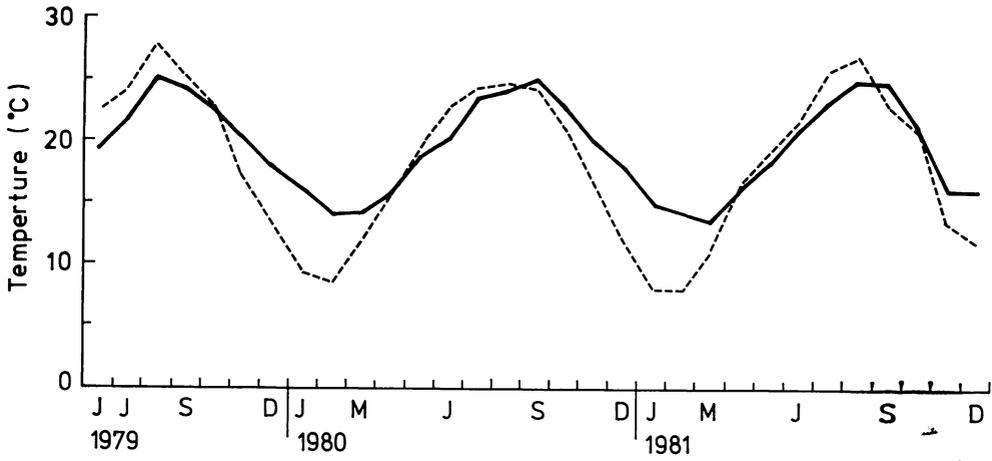


Fig. 3. Monthly mean atmospheric (----) and seawater temperature (—) at Kominato. (data from the Kominato Marine Biological Laboratory)

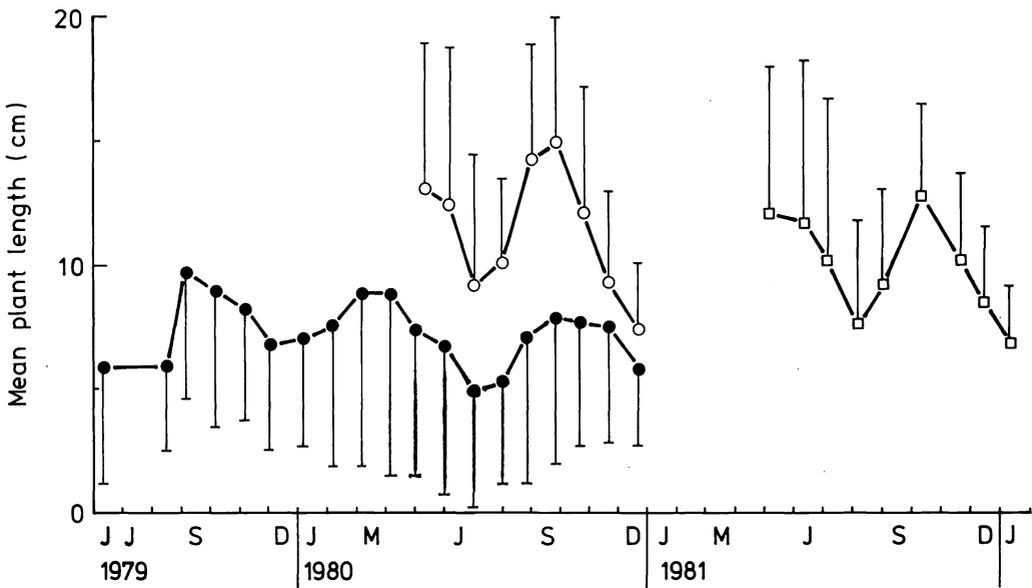


Fig. 4. Changes of the mean length of *Sargassum thunbergii*. Vertical bars indicate S.D. ● : Randomly measured plants, ○ and □ : Tagged plants.

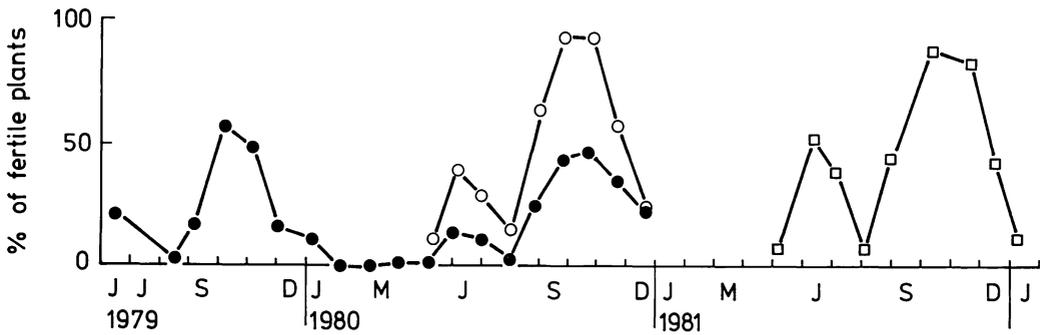


Fig. 5. Changes of the percentage of individual plants bearing receptacles in *Sargassum thunbergii* populations. Symbols as in Fig. 4.

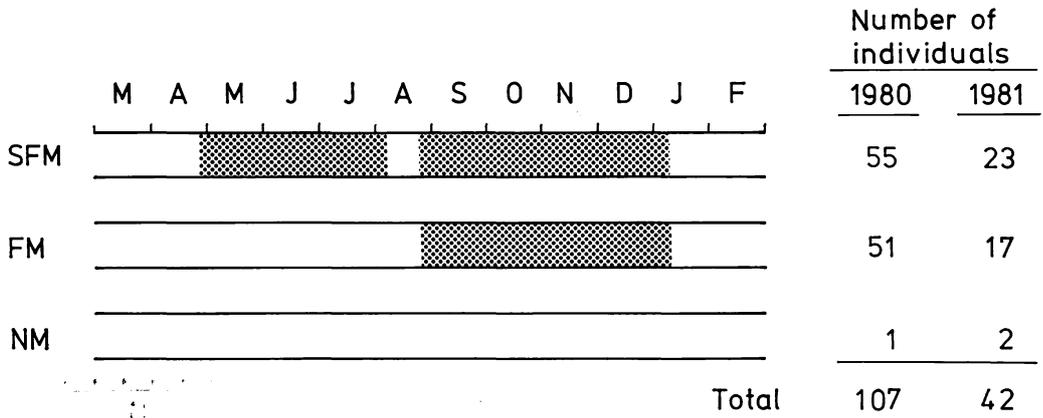


Fig. 6. Maturation periods (shaded parts) of *Sargassum thunbergii* at Kominato, and the number of spring-fall mature (SFM), fall mature (FM) and non-mature (NM) plants investigated by tagging in 1980 and 1981.

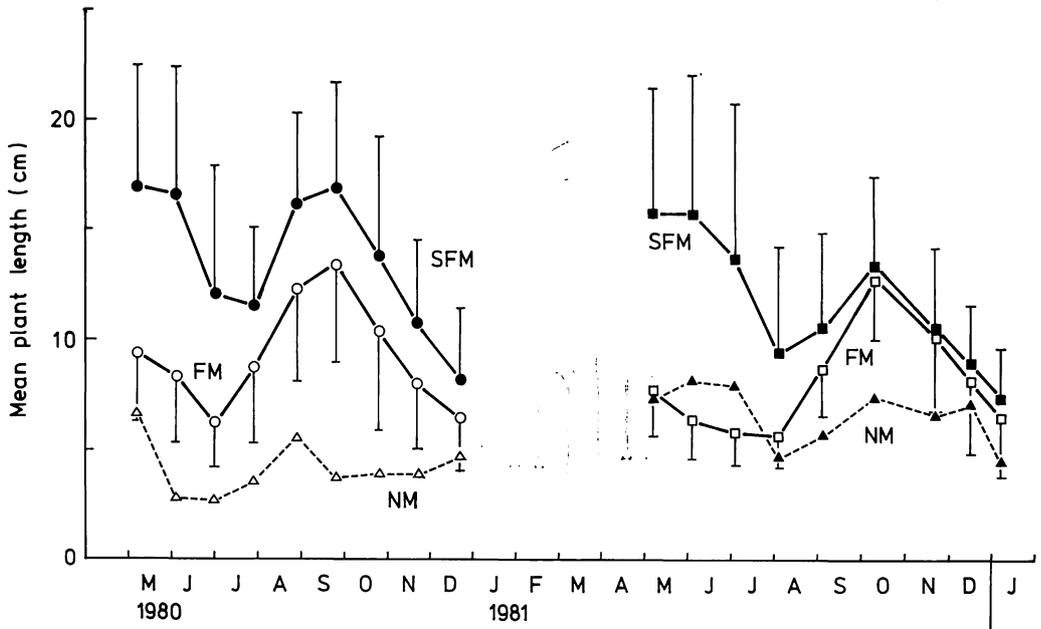


Fig. 7. Changes of the mean length of spring-fall mature (SFM), fall mature (FM) and non-mature (NM) individual plants of *Sargassum thunbergii* at Kominato. Vertical bars indicate S.D.

流失している (丸伊ら 1981)。いずれにしてもこれらの報告は、ウミトラノオが夏に最大となるような年1回の生長・成熟サイクルをもつことを示している。

しかし、千葉県小湊の潮間帯に生育するウミトラノオの藻長は、3~4月と9~10月の年2回極大を示し、生殖器床も年2回形成された。このような違いが環境要因(水温、潮汐)によるものか、またはそれぞれの生育地の遺伝的性質の違いによるものかは明らかでない。

い。

ホンダワラ類の生長を促進し、成熟をもたらす要因として、水温や日長の変化が考えられている (DE WREEDE 1976, OHNO 1979, PRINCE and O'NEAL 1979, 名畑ら 1981)。日本で生態の調べられているホンダワラ類は、ウミトラノオ以外に9種ある (谷口・山田 1978, OHNO 1979, 丸伊ら 1981, 名畑ら 1981, 新井・新井 1983, UMEZAKI 1983, 1984)。これらの

種は年1回の生長、成熟サイクルをもち、成熟期は主に春～夏である。

ウミトラノオについて UMEZAKI (1974) は、水温上昇、長日、光量の増加が生長を促進しているようだと述べている。ウミトラノオが生殖器床を形成しはじめる時期は、舞鶴湾においては6月上旬から(UMEZAKI 1974)、忍路湾においては7月中旬から(丸伊ら 1981)であり、小湊では5月上旬からである。冬季平均水温は、舞鶴湾と忍路湾ではそれぞれ 8°C と 4°C まで低下するが、小湊においては約 14°C である。このため小湊のウミトラノオは、舞鶴湾や忍路湾のものより早めに生殖器床の形成が可能となっているのかもしれない。

また、舞鶴湾と忍路湾のウミトラノオは夏に藻長 100 cm 以上に達して成熟するが、小湊のものでは7～8月に最も短い。ウミトラノオは主に潮間帯に生育する種であり、太平洋側と日本海側の潮汐の違いが生長に影響していることが考えられる。日本海側の干満の差は太平洋側よりかなり小さいが、夏と冬の平均潮位の差は太平洋側より大きい。このため舞鶴湾におけるウミトラノオは夏の間水中に完全に没し、このことがウミトラノオの生長に有利になっている(UMEZAKI 1974)。太平洋側ではこのような現象はみられず、小湊のウミトラノオは夏も長時間干出している。春～夏は夜間より昼間の方が長時間干出し(Fig. 1)、高温および乾燥がウミトラノオの生長を抑制するため、7～8月の平均藻長は最も短くなっているものと思われる。

McCOURT (1984) はメキシコのタイドプールでホンダワラ類3種を調査し、うち2種 *S. johnstonii* と *S. herporhizum* の成熟期は年1回であるが、残る1種 *S. sinicola* は春と秋に生長のピークがあり成熟したことを報告している。メキシコは熱帯域であるが、水温変化は温帯域と類似している。夏は全てのホンダワラ類の枯失期であるが、*S. sinicola* は他の2種より大きな平均藻長を維持できる。ホンダワラ類は成熟が始まる前に一定の長さには達することが必要であり、*S. sinicola* は夏の大きな藻長の維持によって秋に短期間で成熟可能な長さには達することができるのであろう(McCOURT 1984)。

小湊において、春にウミトラノオは平均藻長が 20 cm 以下、最大長でも 40 cm 以下で成熟している。このように短くても成熟できるので、夏にその上部が枯死しても秋に短期間で再び成熟可能な長さには達することができる。また、ウミトラノオは1本の茎から常に(夏の流失期でさえ) 10本以上の主枝を発生している

(Fig. 2)、いつでも生長可能な状態にある。これらのことによってウミトラノオは年2回極大藻長となり、成熟することができるのであろう。

ホンダワラ類の成熟率として、舞鶴湾のウミトラノオ(UMEZAKI 1974)、ミヤベモク(UMEZAKI 1983)、フシスジモク(名畑ら 1981)、マメタワラ(OHNO 1979)は、いずれも全ての個体が成熟したことが報告されている。ハワイの *S. pteropleuron* は約 40% が成熟し(PRINCE and O'NEAL 1979)、メキシコの *S. johnstonii* と *S. herporhizum* はそれぞれ 100% と 40%、*S. sinicola* は春秋ともに 100% が成熟した(McCOURT 1984)。

小湊で個体標識をしたウミトラノオは、春秋とも成熟する個体と秋のみ成熟する個体とがそれぞれ約半数で、全く成熟しない個体は少なかった。しかし、無作為測定個体の成熟率は標識個体のものよりかなり低く、秋に 50～60% であった。前述のように標識を小さな個体につけるのは難しいので、標識個体の平均藻長は無作為測定個体のものより大きくなっている。成熟しない個体の平均藻長は成熟する個体の平均藻長より短いことがわかっているので、標識不可能だった小型の個体の中には、成熟しない個体が多く含まれていたと考えられる。春にのみ成熟する個体が全く観察されなかったので、100% から無作為測定個体の秋の成熟率 50～60% を引いて、残り 40% 余りが春秋とも成熟しない個体の割合となる。

同じ標識個体を2年間にわたって追跡していないので、春秋ともに成熟する個体と秋だけ成熟する個体とが、それぞれ次年度も同じか、または年により変化するのかわからない。しかし、全く成熟しない個体が何年間もそのままであることは考えにくいので、このような成熟状況は流動的であると思われる。春の成熟率が秋より低い理由として、春は日中に干出し、秋は夜間に干出するので、春の方が乾燥しやすく、このことがウミトラノオの成熟に不利に働いていることが考えられる。

本研究により千葉県小湊のウミトラノオの生態(藻体の長さ、生長期、成熟期)が、北海道忍路湾および噴火湾や京都府舞鶴湾のウミトラノオの生態と異なることが明らかになった。しかし、小湊のウミトラノオの生態が本州太平洋岸に生育するウミトラノオを代表するものなのか、小湊だけに見られるものなのかは不明であり、UMEZAKI (1974) が示唆しているようにより多くの場所での詳細な研究が望まれる。

謝 辞

本研究の御指導を賜った東京水産大学名誉教授片田実博士、原稿を御校閲して下さった東京水産大学有賀祐勝博士に深謝申し上げる。また、調査に際し多大の便宜を与えて下さった東京水産大学小湊実験場の職員の方々に謝意を表する。

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.
- DE WREEDE, R. E. 1976. The phenology of three species of *Sargassum* (Sargassaceae, Phaeophyta) in Hawaii. Phycologia 15: 175-183.
- 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. 藻類 29: 277-281.
- McCOURT, R. M. 1984. Seasonal patterns of abundance, distributions, and phenology in relation to growth strategies of three *Sargassum* species. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 74: 141-156.
- 名畑進一・新原義昭・松谷 実・武井文雄 1981. 利尻島におけるフンスジモク *Sargassum confusum* の生態. 北水試報 23: 53-64.
- 中村義輝・館脇正和・中原紘之・斉藤捷一・長田晃一・増田道夫 1970. 海藻群落の生産力に関する研

- 究. 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44年度 I B P 研究業績報告 7-9.
- 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 I B P 研究業績報告 15-16.
- OHNO, M. 1979. Culture and field survey of *Sargassum piluliferum*. Rept. Usa Mar. Biol. Inst. 1: 25-32.
- PRINCE, J.S. and O'NEAL, S.W. 1979. The ecology of *Sargassum pteropleuron* GRUNOW (Phaeophyceae, Fucales) in the waters off South Florida. I. Growth, reproduction and population structure. Phycologia 18: 109-114.
- 谷口和也・山田悦正 1978. 能登飯田湾の漸深帯における褐藻ヤツマタモクとノコギリモクの生態. 日本研報告 29: 239-253.
- UMEZAKI, I. 1974. Ecological studies of *Sargassum thunbergii* (MERTENS) O. KUNTZE in Maizuru Bay, Japan Sea. Bot. Mag. Tokyo 87: 285-292.
- UMEZAKI, I. 1983. Ecological studies of *Sargassum miyabei* YENDO in Maizuru Bay, Japan Sea. Bull. Jap. Soc. Sci. fish. 49: 1825-1834.
- UMEZAKI, I. 1984. Ecological studies of *Sargassum horneri* (TURNER) C. AGARDH in Obama Bay, Japan Sea. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 50: 1193-1200.