

長崎県西彼杵半島西岸におけるホンダワラ属 3 種の季節的消長

八谷光介・清本節夫・吉村 拓

独立行政法人水産総合研究センター西海区水産研究所 (〒 851-2213 長崎県長崎市多良町 1551-8)

Kousuke Yatsuya, Setuo Kiyomoto, Taku Yoshimura: Phenology of three *Sargassum* species at Misaki, western coast of Nishi-Sonogi Peninsula, Nagasaki, Japan. Jpn. J. Phycol. (Sôru) 59: 139-144, November 10, 2011

Along the western coast of Kyusyu Island, subtropical species of the genus *Sargassum* (belonging to the subgenus *Sargassum*) have been distributed; however, the phenology of those species is poorly understood. In order to elucidate the seasonality of growth and maturation, we collected two subtropical (*Sargassum carpophyllum* and *Sargassum alternato-pinnatum*) and one temperate (*Sargassum piluliferum*) species of the genus *Sargassum* in Misaki, on the west coast of the Nishi-Sonogi Peninsula, Nagasaki Prefecture, Japan. The three species showed the similar tendency in growth and maturation. They grew quickly from March, achieving a total length of 2 m (*S. carpophyllum*) and more than 1 m (*S. alternato-pinnatum* and *S. piluliferum*) in June and July. The three species matured June and July, and suddenly deteriorated from July through August. From September until February, thalli of the three species were too small to identify the species name. The maximum biomass of *S. carpophyllum* was 0.16 kg DW m⁻², which was lower than that of *S. alternato-pinnatum* (0.67 kg DW m⁻²) and *S. piluliferum* (1.08 kg DW m⁻²).

Key Index Words: Phenology, *Sargassum alternato-pinnatum*, *Sargassum carpophyllum*, *Sargassum piluliferum*

Seikai National Fisheries Research Institute, Fisheries Research Agency, 1551-8 Taira, Nagasaki 851-2213, Japan

近年、九州西岸では藻場構成種が変化し、かつて藻場を構成した温帯性ホンダワラ属 (*Sargassum* 亜属以外の亜属に属する種) やアラメ・クロメなどの大型褐藻が減少し、亜熱帯性ホンダワラ属 (*Sargassum* 亜属の種) の分布が拡大している (桐山ら 2006, 吉村ら 2006)。本邦での亜熱帯性ホンダワラ属の季節的消長や成熟については、島袋ら (2007) が鹿児島県薩摩半島南岸のフタエモク *Sargassum duplicatum* Bory について、土屋ら (2011) が鹿児島湾桜島のコブクロモク *Sargassum crispifolium* Yamada, キレバモク *Sargassum alternato-pinnatum* Yamada について報告しているが、多くの観察事例がある温帯性ホンダワラ属 (例えば、梅崎 1985) に比べて、十分に把握されているとはいえない。

本州中部の日本海沿岸では、マメタワラ *Sargassum piluliferum* (Turner) C. Agardh やヤツマタモク *Sargassum patens* C. Agardh は、成熟した主枝が流失するときには次世代の主枝が形成されており、最も短くなる時期でも全長 20 ~ 30 cm 以上の個体が生育している (谷口・山田 1978, Yatsuya *et al.* 2005)。しかし、九州西岸の亜熱帯性ホンダワラ属が広く分布する海域では、マメタワラやヤツマタモクが立体的に繁茂する期間が春から初夏にかけての短い期間に限られている (吉村ら 2009)。このように、亜熱帯性ホンダワラ属の分布が拡大した地点では、温帯性ホンダワラ属のみからなる藻場と比べて、マメタワラやヤツマタモクの季節的消長が異なっていると考えられる。

以上のように九州西岸では、亜熱帯性ホンダワラ属の分布の拡大や温帯性ホンダワラ属の生活史の違いなどが認識さ

れてきているが、それらのホンダワラ属の季節的消長や成熟などは十分に把握されているとはいえない。そこで本研究では、九州西岸の亜熱帯性ホンダワラ属が広く分布している地点で、亜熱帯性ホンダワラ属のマジリモク *Sargassum carpophyllum* J. Agardh とキレバモクおよび同所に多く生育している温帯性ホンダワラ属のマメタワラを対象に、方形枠内の採集調査を毎月実施し、各種の生長、成熟および流失に関する季節変化を把握した。

材料と方法

調査は、九州西岸の長崎県長崎市見崎町地先で行われた (Fig. 1)。調査地の海底地形と海藻類の被度を 2009 年 6 月 12 日に調査した。まず、潮間帯下部に設けた起点 (32°47.8'

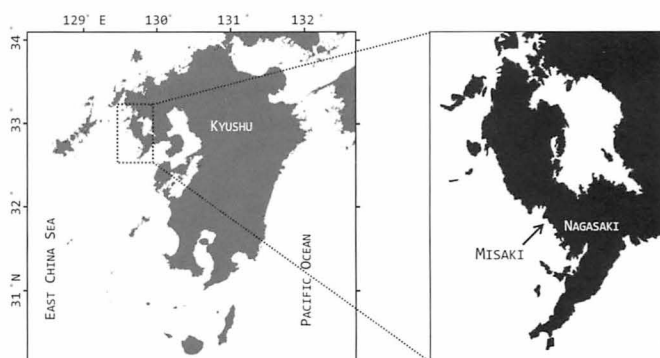


Fig. 1. A map showing the study site, Misaki, Nagasaki, western coast of Kyushu.

N, 129°46.4' E) から海岸線と垂直方向に長さ 200 m の調査ラインを設置した。次に、そのラインに沿って 2 m 毎に海底の水深と基質の種類を記録した。基質の種類は、砂 (sands: 米粒大までの大きさ)、小礫 (pebbles: 米粒大からこぶし大)、大礫 (cobble: こぶし大から人頭大)、巨礫 (boulders: 人頭大から等身大)、岩 (rocks: 等身大以上) に分けた。その後、調査ラインに沿って数回往復し、新井 (1997) に従い、底質と優占種を目視で観察し景観を区分した。また、各ゾーン内で海藻類の被度を Fig. 2 に示す方法で調べた。すなわち、

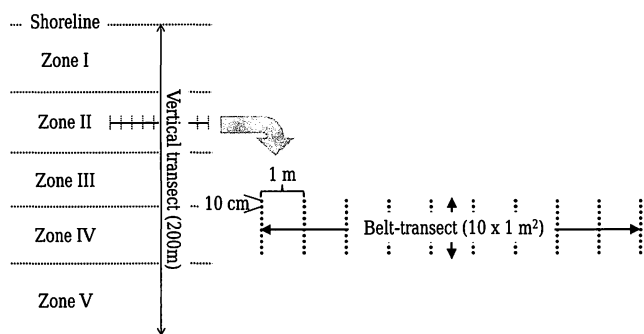


Fig. 2. Schematic figure investigating the percent coverage of seaweeds and other substrates in each zone as follows. 1) Study site was divided into each zone along a vertical transect. 2) A belt-transect (10 x 1 m²) was stretched parallel to the shoreline in each zone. 3) One hundred points were placed 10 cm apart vertically and 1 m apart horizontally in the belt-transect. 4) Seaweeds or other substrates were identified on the one hundred points.

各ゾーンの代表的な場所に海岸線と平行方向に幅 1 m のベルトトランセクトを 10 m 設置し、平行方向で 1 m 間隔、垂直方向で 10 cm に計 100 個の格子点を設けた。それぞれの格子点上に生育する種の頻度から 10 m² の被度を測定した。

見崎地先に生育するホンダワラ属としては、亜熱帯性のマジリモクとキレバモクおよび温帯性のマメタワラが多く分布していた。そこで、これらを調査対象とし、2007 年 3 月 22 日から 8 月 8 日まで毎月 1~2 回、各種の群落を代表する 1~3 地点で 50x50 cm の方形枠内のホンダワラ属をすべて採集した。なお、9 月以降 2 月までは、ホンダワラ属の藻体が小さく種査定が困難なため刈り取り採集を行わなかった。各種の採集地点の水深は、マジリモクで 9.5~10.4 m (MLLW 平均低低潮; 以下同様)、キレバモクは 3.2~4.9 m、マメタワラは 2.9~4.9 m であった。

採集した藻体を研究室に持ち帰り、個体ごとに全長 (附着部から最長主枝の先端までの長さ) と湿重量を測定し、生殖器床の有無を調べた。また、マメタワラについては各個体の茎と主枝の本数を調べた。これらの試料は、その後 70°C で 48 時間以上乾燥し乾燥重量を個体毎に測定した。なお、本研究では生殖器床を形成した個体を成熟個体とした。

また、自動記録式の水温計 (StowAway TidbiT, Onset 社) を調査地の水深 8 m 付近の海底に設置し、2006 年 11 月から 2007 年 11 月まで 30 分間隔で測定した。

結果

調査地の海底基質は、岸から離岸距離 167 m までは巨礫や岩が多く、それ以深は砂地となった (Figs 3-4)。海藻類

Table 1. Percent coverage of seaweeds and other substrates in each zone in Misaki, western coast of Nishi-Sonogi Peninsula, Nagasaki Prefecture.

Distance from shoreline (m)	0-27	27-56**	56-142	142-167	167-
<i>Sargassum alternato-pinnatum</i> Yamada		4	7	8	
<i>Sargassum carpophyllum</i> J. Agardh				8	
<i>Sargassum hemiphyllum</i> (Turner) C. Agardh		2			
<i>Sargassum patens</i> C. Agardh			1		
<i>Sargassum piluliferum</i> (Turner) C. Agardh		12	21	2	
<i>Dictyopteris undulata</i> Holmes				2	
<i>Dictyopteris latiuscula</i> (Okamura) Okamura				2	
<i>Dictyota dichotoma</i> (Hudson) Lamouroux			3	2	
<i>Padina arborescens</i> Holmes		4	3	2	
<i>Zonaria diesingiana</i> J. Agardh				11	
<i>Undaria pinnatifida</i> (Harvey) Suringar			3	1	
<i>Dichotomaria falcata</i> (Kjellman) Kurihara et Masuda				6	
<i>Gelidium elegans</i> Kützting		6	7	4	
Crustose corallinaceae	100*	30	13	2	
Articulated corallinaceae		6	6	5	
<i>Hormomya mutabilis</i> (Gould) / Mussels		32	9		
Bare substrate		4	23	3	
Sands			4	42	100*

* Percent coverage of seaweeds in Zone 0-27 m and 167 m- was not investigated because of the absence of seaweeds except for crustose corallinaceae.

** Percent coverage of seaweeds in Zone 27-56 m was investigated only on rock.

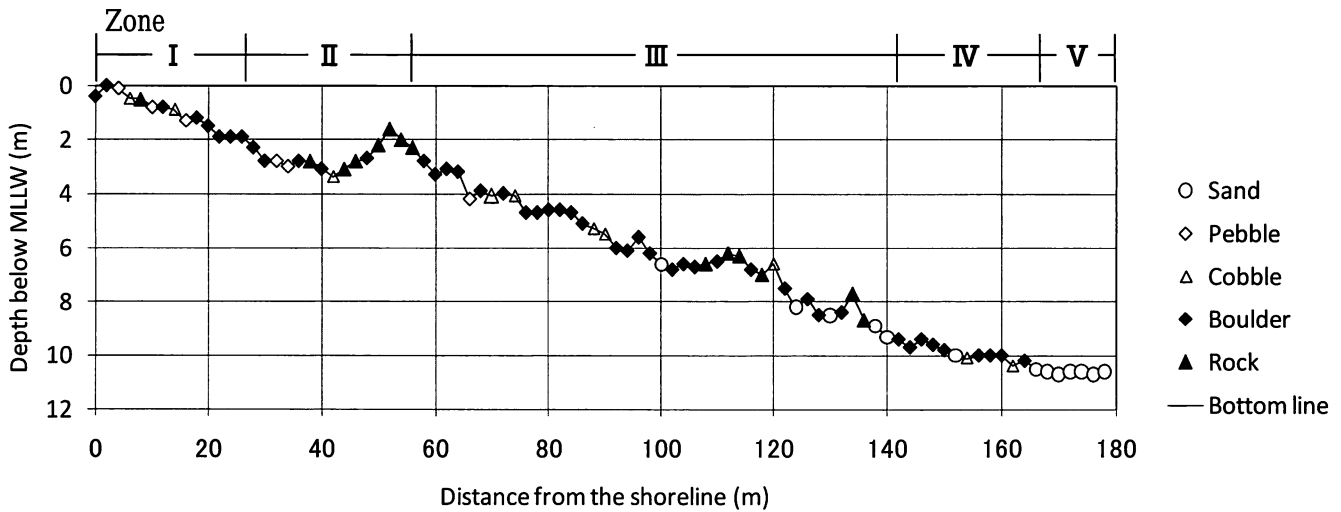


Fig. 3. Depth (below MLLW: Mean Lower Low Water) and substrate profiles along the transect line at the study site. Location of the Zone I-V is indicated above the panel.

の優占種と海底基質の目視観察から、本調査地の景観は離岸距離 27m, 56m, 142m, 167m の地点で区分され、5つのゾーンが認められた (Zone I-V, Table 1, Figs. 3-4)。離岸距離 0~27 m ではムラサキウニの密度が高く無節サンゴモ以外の海藻類は見られなかったため被度調査は行わなかった。離岸距離 27~56 m では、岩より小さい基質 (小礫, 大礫, 巨礫) にムラサキウニが多く、無節サンゴモ以外の海藻類が生育していなかったため、岩の上面のみで海藻の被度を測定した。それによれば、岩の上面では無節サンゴモが優占しており、ホンダワラ属ではマメタワラ (被度 12%), キレバモク (4%), イソモク (2%) が分布していた。離岸距離 56~142 m と 142~167 m では、すべての基質の種類を対象にして海藻類の被度を調べた。離岸距離 56~142 m ではマメタワラが被度 21% で最も多く、次いで無節サンゴモ (13%), キレバモク (7%) とマクサ (7%) が続いた。離岸距離 142~167 m では、シマオオギ (11%) が最も多く、マジリモクとキレバモクがともに被度 8% で続いた。また、このゾーンでは砂が厚さ数 cm ほど堆積している地点が多かった。離岸距離 167 m 以深では砂地が広がり、海藻類は生育していなかった。このように、今回調査を行ったマメタワラやキレバモクは、ホンダワラ属が出現したすべてのゾーンに分布していたが、マジリモクは砂が薄く堆積する水深 10 m 付近に分布が限られていた。

採集調査を行ったマジリモク、キレバモク、マメタワラの全長、個体重量 (乾燥重量)、現存量 (1 m² あたりの乾燥重量)、成熟個体の割合を Fig. 5 に示す。マジリモクの全長は、2007 年 3 月下旬には 4.6~11.9 cm の範囲であったが、4 月下旬には最大で 116.5 cm に達した。また、この間に個体重量および現存量も増加した。現存量は 3 月下旬には 0.01 kg m⁻² (湿重量は 0.03 kg m⁻²) であったが、4 月下旬には年間最大の 0.16 kg m⁻² (湿重量は 1.92 kg m⁻²) となった。6

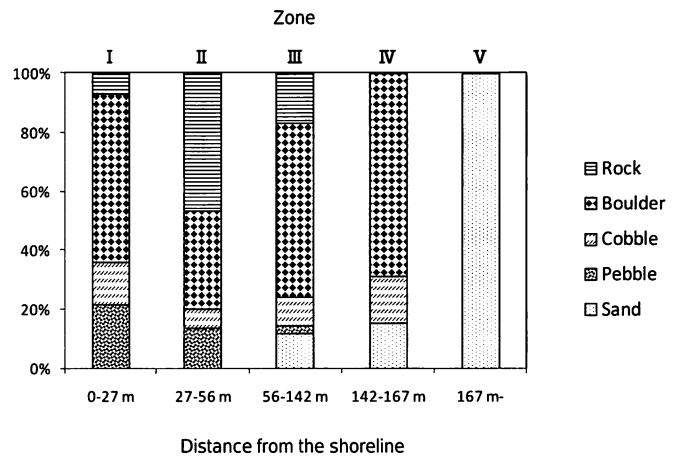


Fig. 4. Percentage of substrate types in each zone along the transect.

~7月には約 60% の個体が成熟し、最大個体の全長は約 2 m, 重量は 4.5 g (湿重量は 41.1 g) であった。その後、7月から8月にかけて多くの個体が枯死あるいは流失し、8月上旬では最大個体でも全長 34.3 cm, 重量 0.3 g (湿重量は 1.5 g) になった。マジリモクを採集した枠内には主にキレバモクが混じっており、マジリモク以外のホンダワラ属の現存量は最大で 0.04 kg m⁻² (湿重量は 0.28 kg m⁻²) であった。

キレバモクの全長は、2007 年 3 月下旬には 3.2~28.7 cm の範囲であったが、5 月中旬には最大で 89.0 cm に達した。平均個体重量は 3 月下旬から 6 月中旬の間に 0.4 g (湿重量は 3.2 g) から 10.0 g (湿重量は 101.7 g) まで増加し、現存量も 3 月下旬の 0.09 kg m⁻² (湿重量は 0.79 kg m⁻²) から 7 月上旬の 0.67 kg m⁻² (湿重量は 4.56 kg m⁻²) まで増加した。成熟個体は 6 月初旬から出現しはじめ、それ以降 8 月上旬まで 60~80% の個体に生殖器床が見られた。さらに、7月から8月にかけては多くの個体が枯死あるいは流失した

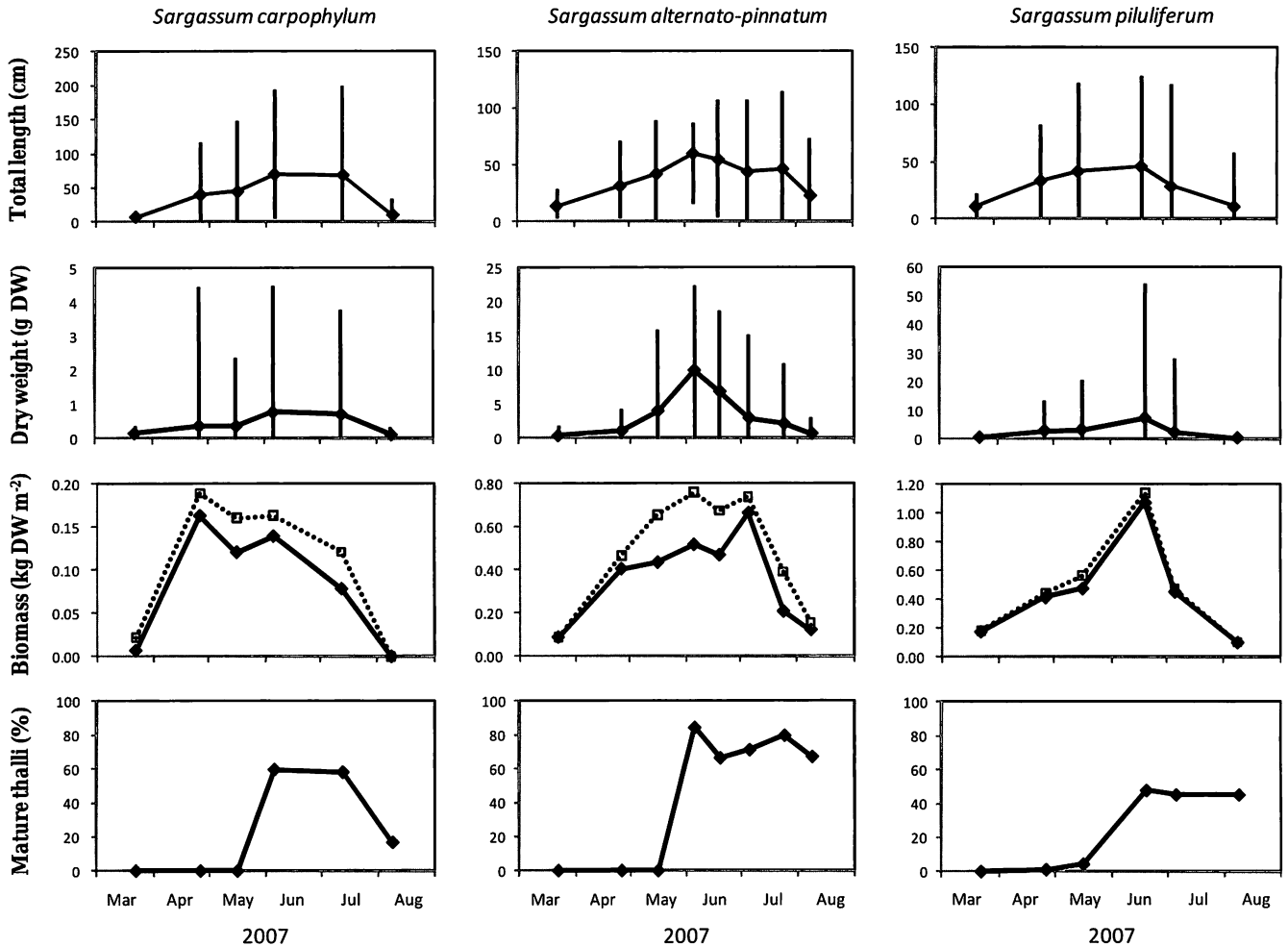


Fig. 5. Seasonal changes in the total length, dry weight of a thallus, biomass, and percentage of mature thalli of *Sargassum carpophyllum*, *Sargassum alternato-pinnatum*, and *Sargassum piluliferum* from March to August 2007 in Misaki. In the panels for the total length and dry weight of a thallus, symbols and vertical bars indicate the mean and range, respectively. In the panels for the biomass, solid diamonds indicate the biomass of each species shown above the panel, and open squares indicate the biomass of the total *Sargassum* species. Note the different scales on the vertical axis.

ために、残った藻体の平均全長は46.6 cmから22.8 cmに減少した。また、その現存量も7月上旬の0.67 kg m⁻²から8月上旬の0.12 kg m⁻² (湿重量は0.62 kg m⁻²)へと減少した。キレバモクを採集した枠内には主にマメタワラが混じっており、キレバモク以外のホンダワラ属の現存量は最大で0.24 kg m⁻² (湿重量は1.79 kg m⁻²)であった。

マメタワラの全長は、2007年3月下旬には2.0～22.5 cmの範囲であったが、4月下旬には最大で82.1 cmに達し、5～7月には117.0～124.5 cmとなった。個体重量は、3月下旬には最大で2.0 g (湿重量は13.9 g)であったが6月中旬の最大個体は54.3 g (湿重量は405.7 g)に達した。個体重量の増加とともに現存量も増加し、3月下旬の0.18 kg m⁻² (湿重量は1.07 kg m⁻²)から、6月中旬には年間最大の1.08 kg m⁻² (湿重量は8.68 kg m⁻²)に達した。生殖器床は5月中旬まではわずかな個体を除いて確認されなかったが、6月上旬から8月上旬までは約半数が成熟個体であった。7月か

ら8月にかけて多くの個体で枯死あるいは流失が進み、8月上旬の平均全長は11.1 cmとなり、個体重量は最大でも1.9 g (湿重量は8.9 g)であった。また、マメタワラを採集した枠内におけるマメタワラ以外のホンダワラ属の現存量は最大でも0.08 kg m⁻² (湿重量は0.70 kg m⁻²)であった。

マメタワラの主枝数と茎数の変化をFig. 6に示す。主枝数と茎数の変動は小さく、1個体あたりの主枝数の平均値は7.1～17.0本であり、茎数の平均値は1.8～4.0本であった。また、主枝数および茎数の最大値は53本および11本であった。

2006年11月から07年11月の水温をFig. 7に示す。調査期間中の最高水温と最低水温はそれぞれ30.4°C、14.2°Cであり、平均水温は21.2°Cであった。8月下旬から9月上旬にかけて29°C以上の水温が観測された。ある時刻に測定された水温がその後30分間継続するとみなして経過時間を積算すると、29°Cより高く30°C以下の水温は271.5時間、30°Cより高い水温は15時間に達した。

考察

本研究では、近年、九州西岸などで分布を拡大している亜熱帯性ホンダワラ属のマジリモクとキレバモクに加え、これらと同所に生育する温帯性ホンダワラ属のマメタワラの分布および生長や成熟の季節的变化を調べた。本調査地では、マメタワラとキレバモクはムラサキウニの多い浅所を除き広く分布していたのに対し、マジリモクは砂が薄く堆積する水深10 m付近に分布が限られていた。亜熱帯性ホンダワラ属の各種の分布に関わる要因については、現時点では詳しく分かっておらず今後の課題である。見崎地先のホンダワラ属ではマメタワラの被度が最も高かったが、最大でも21%であり単一種が大きな群落を形成しているわけではなかった。マジリモクやキレバモクでは方形枠の採集範囲(50×50 cm)にも対象種以外のホンダワラ属が混じっており、このことは各種がモザイク状に生育していることを示唆している。

調査対象とした3種のホンダワラ属は、生長や成熟に関して同様の季節变化を示した。すなわち、3月下旬には最も大きかったマジリモクでも全長28.7 cmであったが、3月以降に3種とも急速に全長や重量を増加させ、6月から7月にはマジリモクは全長約2 mに達し、キレバモクとマメタワラは全長1 m以上になった。また、3種とも6月以降には5~8割の個体が生殖器床を形成していた。その後、7月から8月にかけて枯死流失し、8月上旬には全長や重量が急速に低下した。9月以降2月までは附着器のみの個体から全長数cmの小型個体までしか生育しておらず、種査定の可能な藻体を

採集することはできなかった。このように、亜熱帯性ホンダワラ属の広く分布する見崎地先では、ホンダワラ属が立体的に繁茂する期間が春から初夏に限られており、その間に急速に伸長して成熟し、成熟後には急に藻体が見られなくなるという季節变化を示した。

見崎地先のマジリモクの最大現存量は0.16 kg m²であり、これまでに報告されている温帯性ホンダワラ属の最大現存量(0.7~5.3 kg m², 谷口・山田1978, Murase & Kito 1998, Yatsuya *et al.* 2005, 八谷ら2007)や亜熱帯性のフタエモクの1.62 kg m²(島袋ら2007)よりもかなり低かった。見崎地先のキレバモクの最大現存量は0.67 kg m²となり、これまでに報告された値の下限に近く、見崎地先のマメタワラの最大現存量(1.08 kg m²)は若狭湾のマメタワラで報告された値(0.98 kg m², Yatsuya *et al.* 2005)に近かった。以上のことから、見崎地先のマジリモクの最大現存量は、これまで我が国で報告のあった温帯性および亜熱帯性ホンダワラ属の中では最も低く、キレバモク、マメタワラの最大現存量は、既報の値の範囲内とみなせることが分かった。

本州日本海岸などで観察された多年生ホンダワラ属群落では、周年にわたり全長20~50 cm以上の個体が採集されている(谷口・山田1978, Murase & Kito 1998, Yatsuya *et al.* 2005)。一方、鹿児島県薩摩半島南岸のフタエモクは1月から7月にかけて生育する単年生であると報告され(島袋ら2007)、鹿児島湾桜島のコブクロモクとキレバモクは1月あるいは4月に新規個体が確認され9月までに消失したと報告されている(土屋ら2011)。見崎地先のマジリモク、キレバモク、マメタワラでも、主枝の伸びる期間が鹿児島県の亜熱帯性ホンダワラ属と同様に短い期間に限られていることから、一見、単年生のように見える。しかし、見崎地先の少なくともキレバモクとマメタワラでは、成熟後に主枝が枯死

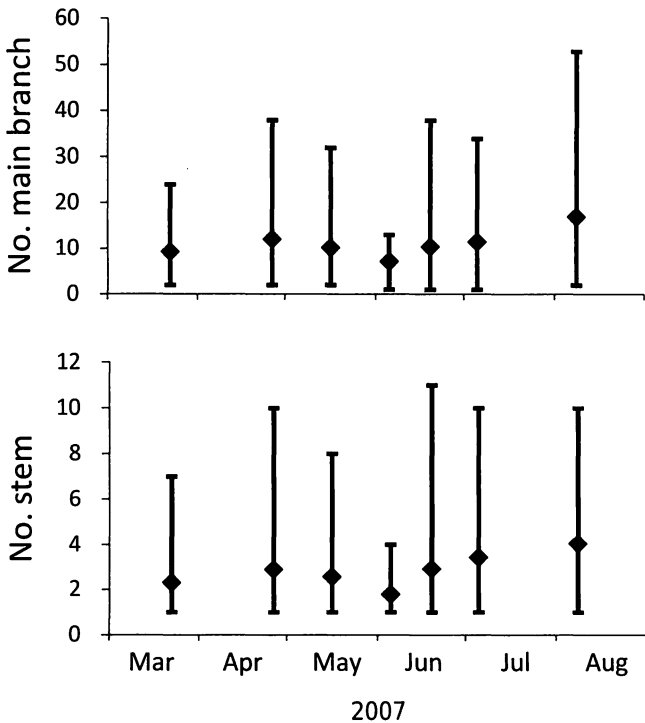


Fig. 6. The number of main branches and stems in the each thallus of *Sargassum piluliferum*. Symbols and vertical bars indicate the mean and range, respectively.

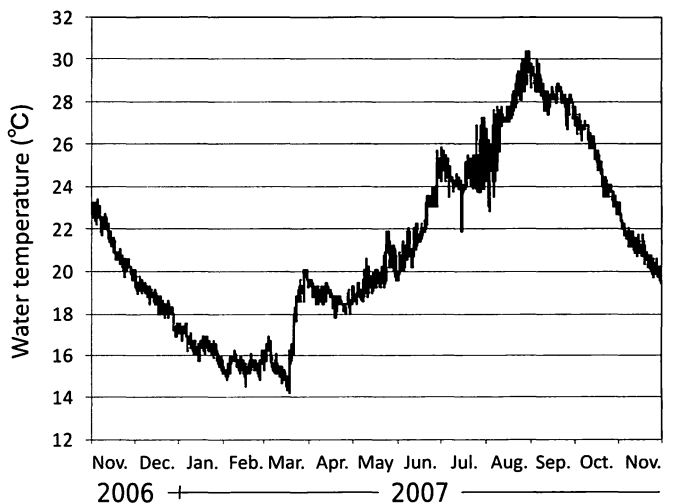


Fig. 7. Water temperature at a depth of 8 m in Misaki recorded every 30 minutes from November 2006 to November 2007.

流失あるいは被食されても付着器は残っており、翌年にはその付着器から主枝が形成され成熟したことが観察されている(八谷ら未発表)。このことは、見崎地先のキレバモクとマメタワラの生活形が根部越年生(片田1963)の多年生であることを示している。

鹿児島湾桜島では温帯性のマメタワラとヤツマタモクが5月から成熟しはじめ、亜熱帯性のコブクロモクとキレバモクは6月に成熟を開始し、温帯性種と亜熱帯性種の成熟開始時期が異なっていた(土屋ら2011)。一方、見崎地先では温帯性のマメタワラと亜熱帯性のマジリモクおよびキレバモクは成熟開始時期が異ならず、3種とも6月から成熟しはじめた。このような同じ場所に生育する種間での成熟開始時期の違いの有無は、主枝脱落后の生育状況と関連している可能性がある。鹿児島湾桜島では、マメタワラとヤツマタモクは夏季に付着器と翌年生長する新主枝が生残するのに対し、コブクロモクとキレバモクは一部の付着器を除いて消失するという違いがあった(土屋ら2011)。一方、見崎地先のマジリモク、キレバモク、マメタワラでは、どの種も夏季以降に主枝を残した藻体は見られず(八谷ら未発表)、生育状況の顕著な違いは認められていない。これらの結果から、鹿児島湾桜島のマメタワラとヤツマタモクは主枝脱落后に翌年生長する新主枝が生残したため、付着器しか残らなかった亜熱帯性のコブクロモクとキレバモクよりも成熟開始時期が早く、見崎地先の3種はいずれも夏季以降に主枝が残らなかったため、亜熱帯性種・温帯性種という違いがあるにもかかわらず成熟開始時期が異ならなかったのではないかと考えられる。

本州中部若狭湾のマメタワラ群落には、周年にわたり全長20 cm以上の個体が生育し、茎部越年生(片田1963)であることが観察されており(Yatsuya *et al.* 2005)、見崎地先の根部越年生とは異なっている。また、見崎地先のマメタワラの茎数は最大でも11本なのに対し、若狭湾では最大で25本であった(八谷ら未発表)。著者らは現在のところ、このようなマメタワラの生活形や茎数の違いは、魚類の摂食による影響が大きいと考えている。見崎地先では、魚類の摂食を防ぐカゴでマメタワラを覆うと、秋以降も全長10 cm程度の主枝を形成し、翌年の成熟期にはカゴで覆わなかった個体に比べて茎の長さや本数が増加したことが観察されている(八谷ら未発表)。このように、見崎地先のホンダワラ属の季節的消長には、魚類の摂食活動が関与していることに注目する必要がある。そしてその背景には、海藻の生産力や魚類の摂食活動に影響する水温の変化が伴っている可能性もある(山口ら2006)。2007年の夏には30°C以上の水温が観測されたが、現時点ではこのような高水温がホンダワラ属の季節的消長を変化させるのか、それともある一定水温以上の累積時間のほうが大きく影響するのかなどについて、詳しいことは分かっていない。そのため、今後も藻場の海藻とともに水温を継続してモニタリングする必要がある。

見崎地先のホンダワラ属の季節的消長の特徴としては、立体的に繁茂する期間が4月から7月と春から初夏に限定され

ていることが挙げられる。このように藻場の繁茂する期間が短いことは、藻場の中で生活する稚イセエビやアワビなどの磯根生物の成育場としての機能を低下させている可能性がある。しかし、周年にわたり大型海藻が生えない磯焼け域よりは、繁茂する期間の短い藻場でも、春に漁期を迎えるムラサキウニの身入り増加を期待できる。従って、今後は本研究で示したような繁茂期間の限られる藻場における磯根生物の生態や資源量などについても明らかにする必要がある。また、ホンダワラ属群落の季節的消長を変化させた要因やそのメカニズムについても、より詳しく解明する必要がある。

謝辞

本研究の一部は、農林水産技術会議「本邦南西水域の環境変化に対応した藻場の回復・拡大技術の高度化」、水産庁「藻場資源調査等推進委託事業」および科研費「亜熱帯性ホンダワラ類の分布拡大メカニズムの解明」(21780192)の助成を受けたものである。

参考文献

- 新井章吾 1997. 海藻群落の相観に基づく層(stratum)の認識と標本抽出. 月刊海洋 29: 475-478.
- 桐山隆哉・藤井明彦・吉村 拓・清本節夫・吉田忠生 2006. 長崎県沿岸に出現するホンダワラ類と2005年に西彼杵半島沿岸で大量にみられた流れ藻. 月刊海洋 38: 583-589.
- 片田 実 1963. 海藻の生活形と遷移. 日水誌 29: 798-809.
- Murase, N. & Kito, H. 1998. Growth and maturation of *Sargassum macrocarpum* C. Agardh in Fukawa Bay, the Sea of Japan. Fish. Sci. 64: 393-396.
- 島袋寛盛・寺田竜太・外林 純・Gregory N. Nishihara・野呂忠秀 2007. 鹿児島県薩摩半島南部における褐藻フタエモク *Sargassum duplicatum* (Fucales, Pheophyceae) の季節的消長. 日水誌 73: 454-460.
- 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. 日水研報告 29: 239-253.
- 土屋勇太郎・坂口欣也・寺田竜太 2011. 鹿児島湾桜島におけるホンダワラ属(ヒバマタ目)藻類4種、マメタワラ、ヤツマタモク、コブクロモク、キレバモクの季節的消長と生育環境. 藻類 59: 1-8.
- 梅崎 勇 1985. ホンダワラ群落の周年変化. 月刊海洋科学 17: 32-37.
- 山口敦子・井上慶一・吉澤啓介・桐山隆哉・吉村 拓・小井上 隆・中田英昭 2006. バイオテレメトリー手法によるアイゴとノトイスマの行動解析. 日水誌 72: 1046-1056.
- Yatsuya, K., Nishigaki, T., Douke, A. & Wada, Y. 2005. Annual net production of the five Sargassaceae species in Yoro, western Wakasa Bay, Sea of Japan. Fish. Sci. 71: 1098-1106.
- 八谷光介・西垣友和・道家章生・井谷匡志・和田洋蔵 2007. 京都府沿岸域の環境特性の異なる生育地でのホンダワラ科海藻の年間純生産量とその比較. 日水誌 73: 880-890.
- 吉村 拓・桐山隆哉・清本節夫 2006. 変わりゆく九州西岸域の藻場. 藤田大介・野田幹雄・桑原久実(編) 海藻を食べる魚たち. pp. 33-51. 成山堂書店. 東京.
- 吉村 拓・清本節夫・八谷光介・中嶋 泰 2009. 長崎県沿岸に広がる“春藻場”とは?—その実態と今後の課題について—. 月刊海洋 41: 629-636.

(Received Apr. 25, 2011; Accepted Sept. 12, 2011)