

高知県荻崎地先におけるホンダワラ群落の構成種

原口展子・山田ちはる・井本善次・大野正夫・平岡雅規

高知大学海洋生物教育研究センター 781-1164 高知県土佐市宇佐町井尻194

Species Composition of *Sargassum* Beds on the Coast of Ogisaki, Kochi, Southern Japan

Hiroko Haraguchi, Chiharu Yamada, Zenji Imoto, Masao Ohno
& Masanori Hiraoka

Usa Marine Biological Institute, Kochi University, Usa-cho, Tosa, Kochi 781-1164, Japan

Abstract: The vegetation of *Sargassum* beds was surveyed on the coast of Ogisaki, Tosa Bay in 2002. Five *Sargassum* species, *Sargassum patens*, *S. duplicatum*, *S. carpophyllum*, *S. alteronato-pinnatum* and *S. thunbergii*, grew there and the first four species are dominant members of the *Sargassum* beds. In this study we identified two new tropical *Sargassum* species, *S. carpophyllum* and *S. alternato-pinnatum*, for the first time in the Tosa Bay. Recently the water temperature is observed to be rising in the coastal waters of Japan. By the identification of tropical species through this study, it has been implied that these species would proliferate in years to come.

Key words: *Sargassum*, tropical species, water temperature, Tosa Bay

する大型海藻で、北海道から南西諸島の沿岸岩礁域に広く分布している(吉田, 1998)。ガラモ場は、海産動物の産卵場、成育場および餌場として多様な生物を育む生態系を構成しており(布施, 1962)、沿岸域の漁業生産を維持向上する上で重要な場所を提供している。また、ガラモ場は複数のホンダワラ類で構成されることが多く、1種類が衰退しても他種が繁茂していれば群落は維持される。温暖化に伴う水温上昇により、土佐湾では南方産のホンダワラ類の群落拡大および新規加入群が指摘されるようになった(大野, 2003)。そこで本研究では、新規に加入したホンダワラ類を明らかにするため、土佐湾中央部の荻崎地先においてガラモ場の植生調査を行なった。

材 料 と 方 法

調査を行なった場所は、Fig. 1 に示す高知県土佐市荻崎地先である。本調査地点において、トランセクトライン法による垂直分布調査およびコドラート法による群落ごとの坪刈りを実施した(Fig. 2)。調査は2002年5月に行なった。また、海藻の繁茂する同年4月から8月にかけて月2回を目安に海藻を採集し、出現種のリストを作成した。本調査の手法は、環境庁生物多様性センター発行の藻場生物調査手法案(1999)に準じて行なった。

トランセクトライン法 ロープを海底に張り、その上をスキューバ潜水しながら目視観察する方法で行なった。本調査では、目視観察により

緒 言

高知県土佐湾は黒潮の影響を強く受けるため、その海藻植生は温帯性と亜熱帯性の種が混在している(大野, 1985)。近年、土佐湾では海中林の衰退が生じており、その要因の一つに水温上昇が考えられている(Serisawa *et al.*, 2004)。土佐湾の海中林はコンブ科のカジメ *Ecklonia cava* で構成されており、コンブ科に属する海藻は、アワビなどの餌料として大きな役割を果たしている。一方、土佐湾を代表する藻場には、海中林のほかに、ホンダワラ類で構成されるガラモ場がある。ホンダワラ類は褐藻綱ヒバマタ目に属

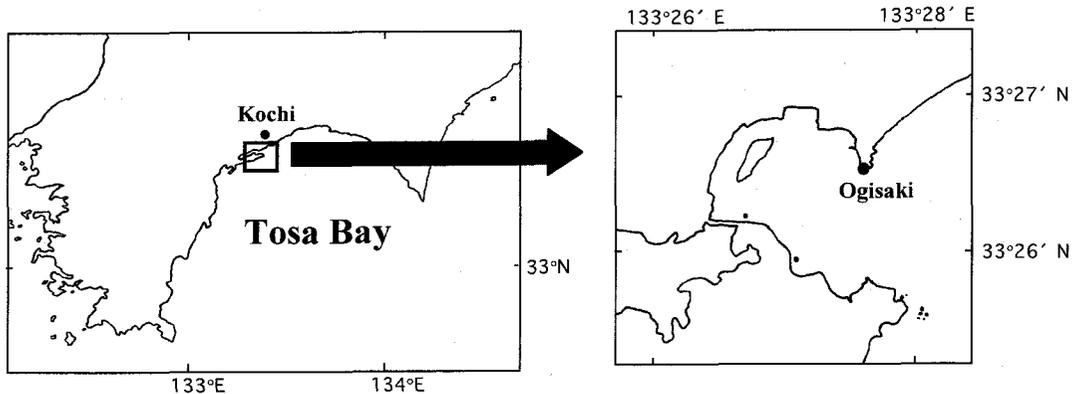


Fig. 1. Map of the study area at Ogisaki, Tosa Bay.

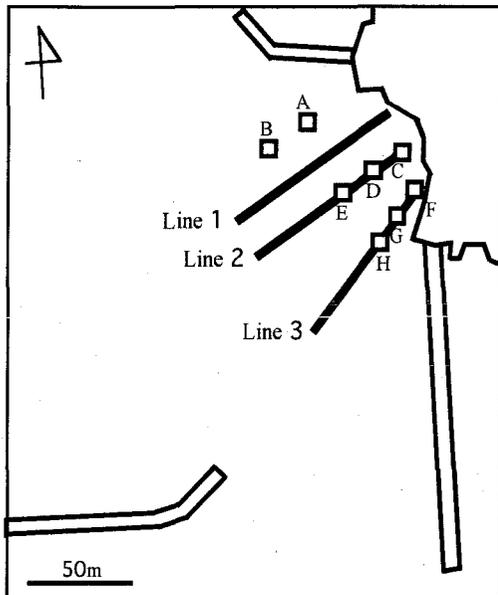


Fig. 2. Map of the study site. - Lines(1 - 3) of Transect line method. □ Quadrat A - H.

水深方向に最も多種類のホンダワラ群落が出現した場所に、5 m 間隔で印をつけたロープを用い、岸から水深方向に 80 m のラインを 3 本設置し、ライン上に出現するホンダワラ類、水深および底質を、ラインの起点からの距離と共に観察・記録した。底質の種類については、大きなものから順に岩礁、岩、巨礫、礫および砂の 5 段階に分けて記録した (Table 1)。また、優占して繁茂するホンダワラ類の代表的な場所には 50×50 cm のコドラートを設置し、その被度を求めた。本調査では、ホンダワラ類の被度が 40% 以上であった場合を群落とし、被度が 1% 以下であ

Table 1. Variety of substratum

| Substratum | Width(m) |
|-------------|-------------|
| Rocky shore | ≥ 2 |
| Rock | 1-2 |
| Boulder | 0.25-1 |
| Gravel | < 0.25 |
| Sand | ≤ 0.01 |

た場合は+で表わした。トランセクトライン法を用いた調査を以後「ライン調査」とする。
コドラート法 本調査では、調査海域内に出現するホンダワラ群落に 50×50 cm のコドラートをAからHの 8ヶ所設置し (Fig. 2)、坪刈りを行った。採集したホンダワラ類については全長および湿重量をそれぞれ測定し、全長分布および現存量 (g/m^2) で表わした。コドラート法を用いた調査を以後「コドラート調査」とする。

結 果

海藻植生 本調査海域の荻崎地先に出現した海藻を Table 2 に示す。出現海藻は緑藻4種、褐藻9種、紅藻 34 種の合計 47 種であった。そのうちホンダワラ類は、キレバモク *Sargassum alternato-pinnatum* Yamada, マジリモク *S. carpophyllum* J. Agardh, フタエモク *S. duplicatum* Bory, ヤツマタモク *S. patens* C. Agardh およびウミトラノオ *S. thunbergii* Kuntze の 5 種類が確認でき、群落を形成していたのはウミトラノオを除く 4 種であった。調査を行なった 2002 年 5 月に、ヤツマタモクは成熟盛期に達しており、藻体全体に生殖器床が認められた。一方、フタエモクおよびマジリモクでは生殖器床がわずかに認められる程度であり、キレバモクでは観察されなかった。また、ホンダワラ類の群落下部の下

Table 2. List of seaweeds from the coast of Ogisaki, Tosa Bay

| Class | Order | Family | Species | | | | |
|--------------|-----------------|-------------------|--|--|---|--|---------------|
| Chlorophyta | Codiales | Codiaceae | <i>Codium fragile</i> | | | | |
| | Siphonocladales | Boodleaceae | <i>Boodlea coacta</i> | | | | |
| | Ulvales | Ulvaceae | <i>Ulva pertusa</i> <i>Ulva</i> spp. | | | | |
| Phaeophyceae | Chordariales | Spermatochneaceae | <i>Nemacystus decipiens</i> | | | | |
| | | Dictyotaceae | <i>Dictyopteris prolifera</i> <i>Dilophus okamurae</i> <i>Padina arborescens</i> | | | | |
| | Fucales | Sargassaceae | <i>Sargassum alternan-pinnatum</i> | | | | |
| | | | <i>Sargassum carpophyllum</i> | | | | |
| | | | <i>Sargassum duplicatum</i> | | | | |
| | | | <i>Sargassum patens</i> <i>Sargassum thunbergii</i> | | | | |
| Rhodophyta | Bangiales | Bangiaceae | <i>Porphyra</i> sp. | | | | |
| | | Rhodomelaceae | <i>Laurencia</i> sp. | | | | |
| | Ceramiales | Corallinaceae | <i>Amphiroa zonata</i> <i>Corallina pilulifera</i> <i>Jania adharens</i> | | | | |
| | | | <i>Schmitzia yaponica</i> | | | | |
| | | | Gloiopeltidaceae | <i>Gloiopeltis furcata</i> <i>Gloiopeltis tenax</i> | | | |
| | | | Halymeniaceae | <i>Carpopeltis affinis</i> <i>Carpopeltis prolifera</i> <i>Grateloupia carnosa</i> <i>Grateloupia filicina</i> <i>Grateloupia livida</i> <i>Grateloupia okamurae</i> <i>Grateloupia turuturu</i> <i>Pachymeniopsis lanceolata</i> <i>Prionitis cornea</i> <i>Prionitis crispata</i> | | | |
| | | | | Gelidiales | Gelidiaceae | <i>Beckerella subcostata</i> <i>Gelidium amansii</i> <i>Gelidium pacificum</i> | |
| | | | | | | Gigartinales | Gigartinaceae |
| | | | | Gracilariaceae | <i>Gracilaria arcuata</i> <i>Gracilariopsis chorda</i> <i>Gracilaria incurvata</i> <i>Gracilaria</i> sp. | | |
| | | | | | Hypneaceae | | |
| | | | | | Nemastomaceae | <i>Schizymenia dubyi</i> | |
| | | | | | Plocamiaceae | <i>Plocamium telfairiae</i> | |
| | | | | Nemaliales | Chaetangiaceae | <i>Galaxaura fastigiata</i> <i>Scinaia japonica</i> | |
| | | | | | | Rhodymeniales | Champiaceae |

草にはウミウチワ *Padina arborescens* Holmes およびミゾオゴノリ *Gracilaria incurvata* Okamura がみられ、基盤面にはウスカワカニノテ *Amphiroa zonata* Yendo が多く認められた。

ライン調査 ライン調査の結果を Figs. 3-5 に示す。底質は、3つのラインとも、岸から沖に向かう約 20 m 地点から水深が深くなるにつれて小さくなる傾向が認められた。特に、岸より沖に向

かう 50 m 地点から、礫に混じって砂が多くなり、75 m 地点以降はほとんど砂となった。また、ライン3は、ライン1および2に比べて岩礁が多かった。

ライン1 : ホンダワラ群落は、岸から 20 m 沖合までの水深 1 m 前後では、ヤツマタモクが被度 70% で優占し、フタエモクが混生していた。岸から約 20-45 m の水深 1-2 m では、フタエモクが

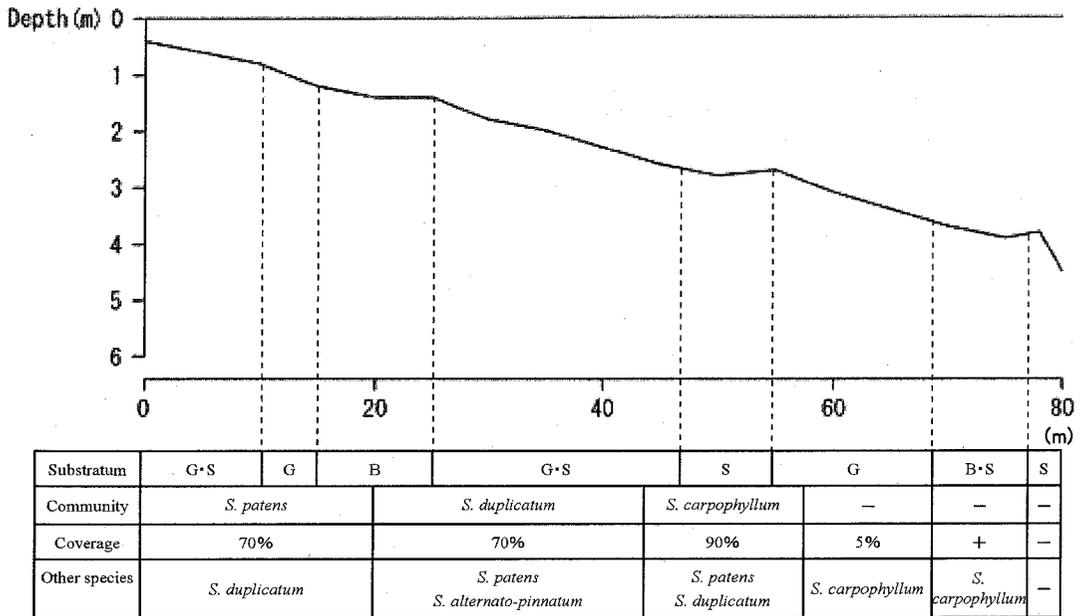


Fig. 3. Changes of substratum and frond coverage of each dominant species in the *Sargassum* community at Line 1. G, gravel; S, sand; B, boulder.

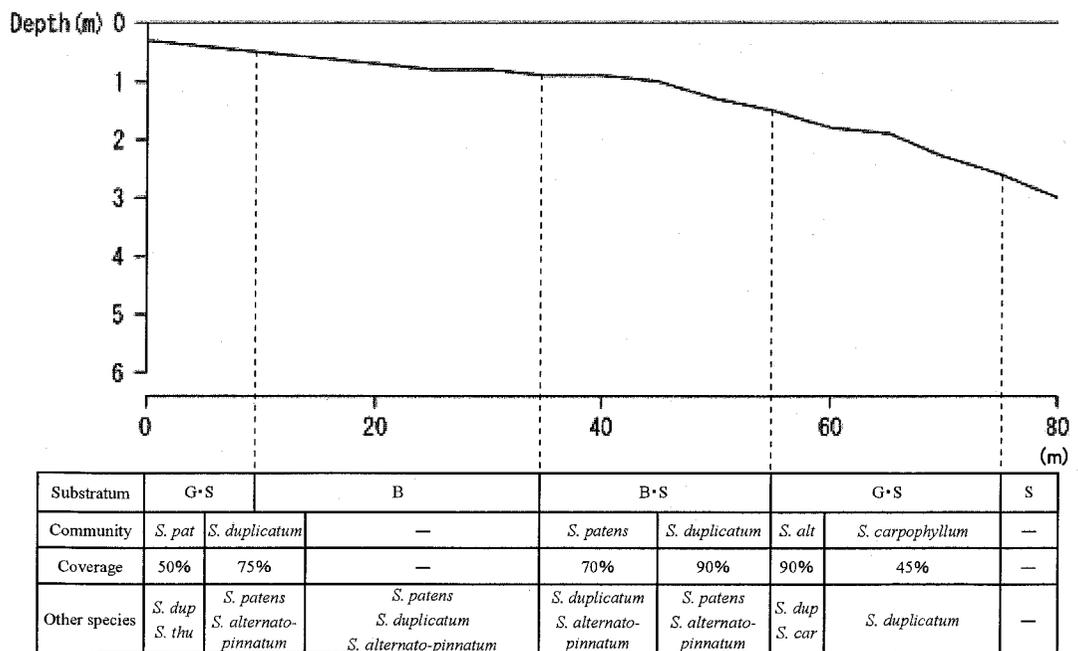


Fig. 4. Changes of substratum and frond coverage of each dominant species in the *Sargassum* community at Line 2. G, gravel; S, sand; B, boulder. *S. pat*, *S. patens*; *S. dup*, *S. duplicatum*; *S. thu*, *S. thunbergii*; *S. alt*, *S. alternato-pinnatum*; *S. car*, *S. carpophyllum*.

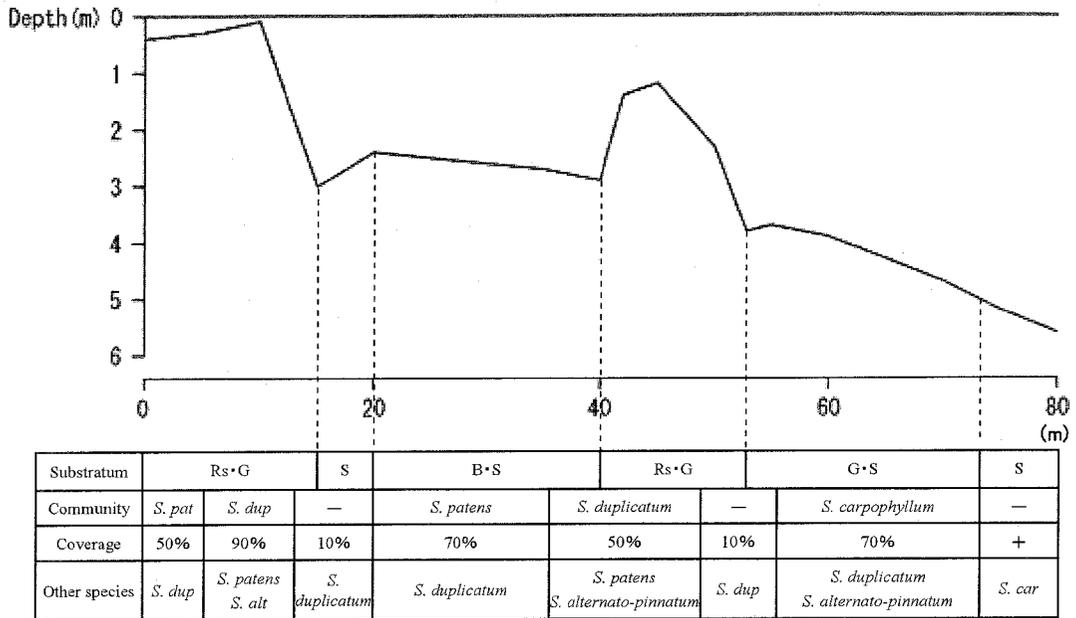


Fig. 5. Changes of substratum and frond coverage of each dominant species in the *Sargassum* community at Line 3.

Rs, rocky shore; G, gravel; S, sand; B, boulder. *S. pat*, *S. patens*; *S. dup*, *S. duplicatum*; *S. alt*, *S. alternato-pinnatum*; *S. car*, *S. carpophyllum*.

被度 70% で優占し、ヤツマタモクおよびキレバモクが混生していた。これらの群落の底質は砂が一部認められるものの、ほとんどが巨礫や礫であった。岸から約 45-60 m の水深 2-3 m では、マジリモクが被度 90% とかなり高い割合で優占し、ヤツマタモクおよびフタエモクが混生していた。マジリモクが優占する箇所の底質は砂であり、マジリモクはそこに散在する小さな礫に付着しており、その基質はヤツマタモクおよびフタエモクが優占する群落のものより小さかった。岸から 70 m 以降では、群落を形成するほどのホンダワラ類は認められなかったが、マジリモクがわずかに生育していた。

ライン2 : ホンダワラ群落は、岸から約 5 m 沖合までの水深 0.5 m 前後では、ヤツマタモクが被度 50% で優占し、フタエモクおよびウミトラノオが混生していた。岸から約 5-15 m の水深 0.5 m 前後では、フタエモクが被度 75% で優占し、ヤツマタモクおよびキレバモクが混生していた。岸から約 15-35 m の水深 0.5 m 前後では、群落を形成するホンダワラ類は認められなかったが、ヤツマタモク、フタエモクおよびキレバモクがわずかに生育していた。岸から約 35-45 m の水深 0.5 m 前後では、ヤツマタモクが被度 70% で優

占し、フタエモクおよびキレバモクが混生していた。岸から約 45-55 m の水深 1 m 前後では、フタエモクが被度 90% と高い割合で優占し、ヤツマタモクおよびキレバモクが混生していた。これらの群落の底質は、ライン1と同様、礫や巨礫であった。岸から約 55-60 m の水深 1 m 前後では、キレバモクが被度 90% と高い割合で優占し、フタエモクおよびマジリモクが混生していた。岸から約 60-75 m の水深 1.5-2 m では、マジリモクが被度 45% で優占し、フタエモクが混生していた。キレバモクおよびマジリモクが優占する群落の底質は礫であり、ヤツマタモクおよびフタエモクが優占する群落のものに比べて小さかった。

ライン3 : ホンダワラ群落は、岸から約 5 m 沖合までの水深 0-0.5 m では、ヤツマタモクが被度 50% で優占し、フタエモクが混生していた。岸から約 5-15 m の水深 0.5-2.5 m では、フタエモクが被度 90% と高い割合で優占し、ヤツマタモクおよびキレバモクが混生していた。岸から約 15-20 m の水深 2.5-3 m では、優占する群落が形成されていなかったが、フタエモクが被度 10% で生育していた。岸から約 20-35 m の水深 2.5 m 前後では、ヤツマタモクが被度 70% で優占し、フ

タエモクが混生していた。岸から約 35-50 m の水深 0.5-2.5 m では、フタエモクが被度 50% で優占し、ヤツマタモクおよびキレバモクが混生していた。岸から約 50-55 m の水深 3 m 前後では、優占する群落は認められなかったが、フタエモクが被度 10% で生育していた。これらの群落の底質は岩礁、巨礫および礫であった。岸から約 55-75 m の水深 3-4 m では、マジリモクが被度 70% で優占し、フタエモクおよびキレバモクが混生していた。マジリモクが優占する群落の底質は礫であり、ほかの種が優占する群落のものに比べて小さかった。岸から約 75 m 以降では、底質が砂となりマジリモクがわずかに生育する程度であった。

コドラート調査 コドラート調査から得た各群落の平均全長と現存量を Table 3 に示す。

フタエモク群落のコドラート調査については、繁茂する 3 地点 (コドラート A, D および G) で行なった (Fig. 2)。フタエモク群落は、平均全長が 33.5-46.6 cm、現存量が 1370.3-2251.8 g/m²、混生していたホンダワラ類がキレバモクやヤツマタモクであった。

ヤツマタモク群落のコドラート調査では、岸側 (C および F) と沖側 (E および H) で全長組成が異なった (Fig. 6)。岸側のヤツマタモク群落 (C および F) は、全長が主に 201-310 cm の間に分布し、現存量がそれぞれ 5785.1 g/m² および 6837.6 g/m²、混生していたホンダワラ類がフタエモクであった。一方、沖側のヤツマタモク群落 (E および H) は、全長が 31-170 cm の間に分布し、現存量がそれぞれ 2286.6 g/m² および 3259.8 g/m²、

混生していたホンダワラ類がフタエモクおよびキレバモクであり、岸側に比べて全長が短く、現存量も低かった。

マジリモク群落のコドラート調査についてはコドラート B の 1ヶ所で行なった (Fig. 2)。マジ

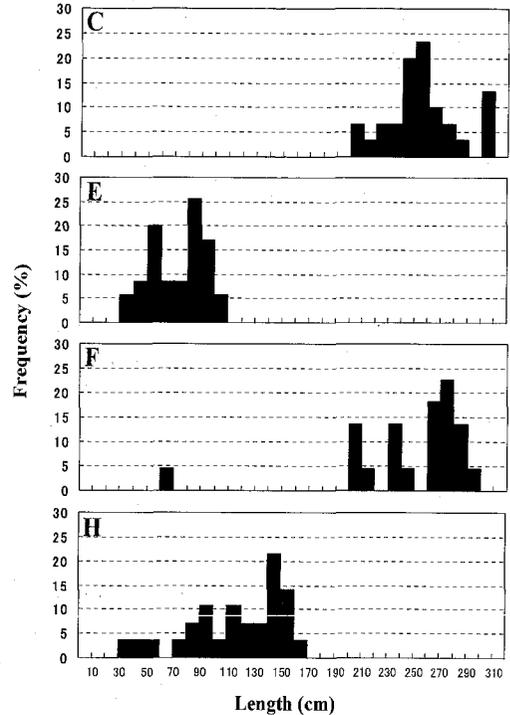


Fig. 6. Frequency distribution of the frond length of *Sargassum patens* in quadrat C, E, F and H. n= total number of individual.

Table 3. Standing crops and mean length in each quadrat of *Sargassum* community on the coast of Ogasaki, Tosa Bay

| Quadrat | Dominant species | Mean length (cm) | Standing crops (g/m ²) | Other species | Mean length (cm) | Standing crops (g/m ²) |
|---------|-----------------------------|------------------|------------------------------------|------------------------------|------------------|------------------------------------|
| A | <i>Sargassum duplicatum</i> | 33.9 | 1432.8 | <i>S. patens</i> | 49.5 | 131.0 |
| | | | | <i>S. alternato-pinnatum</i> | 25.5 | 309.0 |
| B | <i>S. carpophyllum</i> | 65.7 | 2985.0 | <i>S. patens</i> | 50.0 | 284.8 |
| | | | | <i>S. duplicatum</i> | 35.1 | 432.8 |
| | | | | <i>S. alternato-pinnatum</i> | 21.9 | 253.3 |
| C | <i>S. patens</i> | 255.6 | 5785.1 | <i>S. duplicatum</i> | 43.3 | 647.1 |
| D | <i>S. duplicatum</i> | 46.6 | 2251.8 | <i>S. patens</i> | 63.8 | 684.8 |
| | | | | <i>S. alternato-pinnatum</i> | 27.4 | 221.0 |
| E | <i>S. patens</i> | 96.5 | 2286.6 | <i>S. duplicatum</i> | 43.7 | 635.5 |
| | | | | <i>S. alternato-pinnatum</i> | 27.0 | 299.6 |
| F | <i>S. patens</i> | 246.9 | 6837.6 | <i>S. duplicatum</i> | 46.8 | 198.1 |
| G | <i>S. duplicatum</i> | 33.5 | 1370.3 | <i>S. alternato-pinnatum</i> | 15.0 | 11.0 |
| H | <i>S. patens</i> | 117.9 | 3259.8 | <i>S. duplicatum</i> | 22.4 | 102.2 |
| | | | | <i>S. alternato-pinnatum</i> | 21.0 | 18.2 |

リモク群落は、平均全長が 65.7 cm、現存量が 2985.0 g/m²、混生していたホンダワラ類がヤツマタモク、フタエモクおよびキレバモクであった。

考 察

土佐湾中央部の萩崎地先に生育するホンダワラ類はキレバモク、フタエモク、マジリモク、ヤツマタモクおよびウミトラノオの5種であった。このうち、群落形成が認められたのはウミトラノオを除く4種であった。

ヤツマタモク群落は岸から約 40 m 沖合まで認められた。ヤツマタモク群落内のコドラート調査から、岸側の浅所に生育するヤツマタモクは、沖合の深所に生育するものに比べ全長が長く、岸側と沖合では全長組成に違いが認められた。浅所と深所のヤツマタモク群落の底質環境には大きな違いが認められず、この全長組成の違いは水深の違いによるものと考えられる。ヤツマタモクの葉状部は光が強いほど生長が活発になるという報告がある(松井ら, 1994)。つまり、岸側の群落は沖合のものに比べて効率よく光を吸収することができることから、全長組成の違いが生じたと考えられる。また、萩崎のヤツマタモク群落は、調査した 5 月に成熟盛期を迎えており、萩崎近くの 5 月の水温は約 22℃ であった(高知県水産試験場, 2004)。一方、能登半島飯田湾のヤツマタモクは水温が 20-25℃ の6-7月にかけて、長崎県野母崎沿岸のヤツマタモクは水温が約 18℃ の 5 月に成熟するという報告がある(谷口・山田, 1978; 四井ら, 1984)。このことから、本調査地点の成熟時期の水温は、飯田湾および野母崎の結果とほぼ同様であり、ヤツマタモクの成熟水温は 20℃ 前後であると考えられる。また、飯田湾のヤツマタモク群落は、4月から5月にかけて主枝が著しく伸長し、成熟に向けて現存量も増加することが知られている(谷口・山田, 1978)。本調査地点のヤツマタモクは成熟盛期を迎えていたことから、全長組成や現存量は年間最大値であったと考えられる。今後、ヤツマタモクの季節変化を把握すると共に成熟に関して詳しく観察していく必要がある。

フタエモク群落内には、ヤツマタモクが混在していることが多く、底質も巨礫や礫であった。フタエモク群落では、水深による全長組成に大きな違いは認められなかった。一方、フタエモクの葉に関して群落ごとに形態的な違いが観察された。フタエモクの葉は形が長楕円形、広披針形や披針形、縁辺には尖った小鋸歯、頂端が

円く杯状に広がるなどかなり変異に富んでいる(吉田, 1998; Ajisaka *et al.*, 1998)。本調査地点のフタエモクの葉は、平均全長が 46.6 cm のコドラートDでは上で述べたような典型的な形態を備えているのに対し、平均全長が約 33 cm とコドラートDに比べてやや小さいコドラートAおよびGでは、葉の縁辺の鋸歯が前記のフタエモクに比べて小さく、葉の頂端が杯状にならず平らであった。このような葉の形態的な違いは、本調査地点内のように狭い範囲内でも認められたことから、生育環境により生じたものと考えるのは難しい。この違いが遺伝的に固定されているものか否かについてはDNA解析や定期的な形態観察を行なうことによって検討していく必要がある。また、フタエモクは 1960 年頃から生育が確認されており(谷口, 1959; 大野, 1970)、比較的温暖な海域である高知県西部の宿毛湾では小群落を形成していた(喜田, 1965)ことから、土佐湾近海にもともと自生していた種と考えられる。1980 年代には、フタエモクは足摺半島周辺海域で優占して繁茂するようになり(環境庁自然保護局, 1994)、1990 年代には分布域は更に拡大し、土佐湾中央部でも群落が確認されるようになった(浦, 1999)。フタエモクは熱帯から亜熱帯の種で構成される *Sargassum* 亜属に属し(吉田, 2004)、本州太平洋岸中・南部、九州および南西諸島に分布している(吉田, 1998)。今後水温上昇が顕著になれば、フタエモクの分布は更に拡大すると予測される。

キレバモクおよびマジリモクは、今回の調査により、土佐湾内で初めて生育が確認された種である(Fig. 7)。これらの種もフタエモク同様、*Sargassum* 亜属に属する南方産のホンダワラ類である。キレバモクはライン2上でのみ群落を形成していたが、すべてのライン上で生育が認められた。キレバモクの生育は、高知県西部の大月町でも確認されており(野呂, 2004)、今後の分布拡大が予測される。マジリモクは本調査のすべてのライン上に群落の形成が認められ、キレバモクよりも群落規模が大きかった。マジリモクは、キレバモクのような土佐湾近海での生育の報告はないが、今後、土佐湾内での分布拡大が考えられる。

主に熱帯から亜熱帯に生育する *Sargassum* 亜属のホンダワラ類が入植し、分布を拡大しているということは、土佐湾が亜熱帯性の海域に変化しつつあることを示唆している。黒潮が流入する土佐湾には、これまでも南方より流れ藻となったホンダワラ類が流入していたはずであ

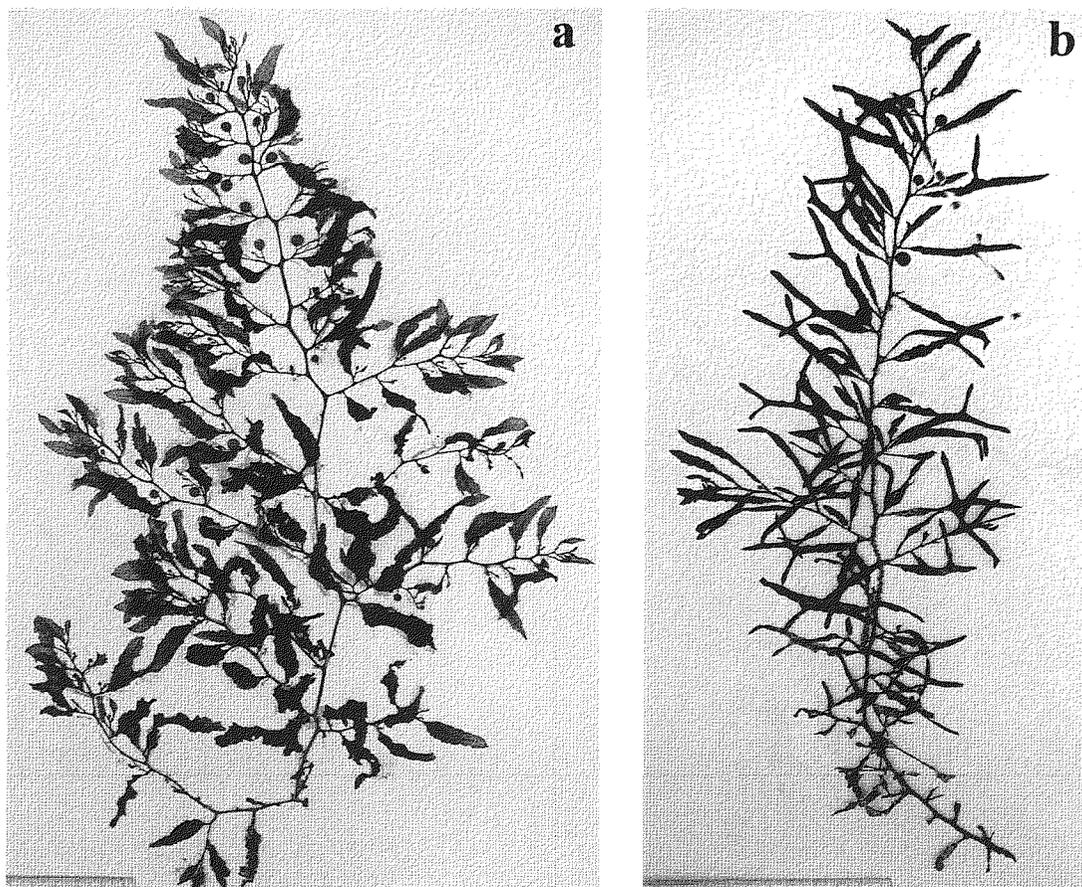


Fig. 7. Two new tropical *Sargassum* species on the coast of Ogisaki, Tosa Bay. a, *Sargassum carpophyllum*; b, *S. alternatopinnatum*

る。しかし、近年になって生育が確認されるようになったのは、流れ藻から供給された幼胚（受精卵）が着底し生育できるような環境に変化したためと考えられる。この主要因は水温上昇であろう。1990年代以降土佐湾では、水温上昇が顕著になっており（石川ら、2004）、南方産ホンダワラ類が確認されるようになった時期とほぼ一致する。また、調査を行なった2002年5月には、前述したように、ヤツマタモクは藻体全体に生殖器床を形成し、成熟盛期を迎えていた。一方、フタエモクおよびマジリモクの藻体上にはわずかな生殖器床が認められる程度で、キレバモクでは観察されなかった。つまり、萩崎で確認された *Sargassum* 亜属の3種、フタエモク、マジリモクおよびキレバモクの成熟時期は、ヤツマタモクに比べて遅く、これら3種は5月以降、成熟に向けて生長していくと考えられる。薩摩半島南部のフタエモクは、6月から7月にかけて生殖器床を形成することが知られており

（寺田ら、2004）、本調査地点のフタエモクも同時期に成熟盛期を迎えると予測される。このように、日本沿岸に生育する亜熱帯性のホンダワラ類に関する生長や成熟に関する知見はほとんどないため、今後、既存の種と比較するためにも、生長と温度との関係や成熟に関する詳細な研究を行なう必要がある。

本研究は、南方産ホンダワラ類の新規加入種を土佐湾内において初めて明らかにすることができた。今後、ほかの海域においても同様な調査を実施し、ガラモ場の構成種の変化と水温との関係を明らかにしていく必要がある。

謝 辞

海藻の同定にご協力いただいた京都大学教授 鯨坂哲朗博士および株式会社海藻研究所新井章吾氏に深くお礼申し上げます。

引用文献

- Ajisaka, T., Q. H. Nang, H. N. Dinh, L. Baoren, A. Put, S. P. Moi, T. Noro & T. Yoshida. 1997. Taxonomic and nomenclatural study of *Sargassum duplicatum* Bory and related species. pp. 27-36, in A. I. Abbott, ed. *Taxonomy of economic seaweeds with reference to some Pacific species Vol. VI*.
- 布施慎一郎. 1962. ガラモ場における動物群集、生理生態, 11: 23-46.
- 石川徹・田井野清也・萩田淑彦. 2004. 藻場管理手法開発事業. 高知県水産試験場事業報告書, 100: 90-116.
- 環境庁自然保護局. 1994. 第4回自然環境保全基礎調査海域生物環境調査報告書, 第2巻藻場. 財団法人海中公園センター, 東京, 400pp.
- 環境庁生物多様性センター. 1999. 平成11年度海域自然環境保全基礎調査重要沿岸域生物調査-藻場生物調査手法案, 1-20.
- 喜田和四郎. 1965. 竜串・沖ノ島周辺の海藻. 日本自然保護協会調査報告, 14: 5-22.
- 高知県水産試験場. 2004. 5海洋観測結果表. 平成14年度漁況・海況予報事業報告書, 77-82.
- 松井敏夫・大貝政治・村瀬昇. 1994. 褐藻アカモク・ヤツマタモクの幼胚および葉状部の成長に及ぼす光質・光量の影響. 日水誌, 60: 727-733.
- Noro, T. 2004. Marine algae in the vicinity of biological institute on Kuroshio, Kochi Prefecture, Japan. *Kuroshio Biosphere*, 1: 1-6.
- 大野正夫. 1970. 土佐湾の海藻. 海洋資源開発基礎調査研究報告書, 17-28.
- 大野正夫. 1985. 土佐湾IV生物. pp. 741-742. in 日本海洋学会沿岸海洋研究部会編. 日本全国沿岸海洋誌. 東海大学出版会, 東京.
- 大野正夫. 2003. 地球温暖化に順応した藻場創生. 日本水産資源保護協会, 460: 9-12.
- Serisawa, Y., Z. Imoto, T. Ishikawa & M. Ohno. 2004. Decline of the *Ecklonia cava* population associated with increased seawater temperatures in Tosa Bay, southern Japan. *Fish Sci.*, 70: 189-191.
- 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. 長崎水産研報, 10: 57-61.
- 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.
- 谷口森俊. 1959. 土佐湾沿岸の海藻群落学的研究. 医学と生物学, 52: 167-170.
- 寺田竜太・田中敏博・島袋寛盛・野呂忠秀. 2004. 温帯・亜熱帯境界域におけるガラモ場の特性. 月刊海洋, 36: 784-790.
- 浦吉徳. 1999. 高知県沿岸域の藻場分布状況調査. 高知県水産試験場事業報告書, 95: 106-119.
- 吉田忠生. 1998. ひばまた目. pp. 359-416, in 新日本海藻誌. 内田老鶴圃, 東京.
- 吉田忠生. 2004. ヒバマタ目類. pp. 111-132, in 大野正夫, 編. 有用海藻誌. 内田老鶴圃, 東京.