コモングニによるシロクラベラ稚魚の被食に及ぼす人工海藻と水深の影響

山田 秀 秋,^{1*} 小林 真 人,¹ 佐 藤 琢,¹ 河 端 雄 毅²

(2013 年 3 月 6 日受付, 2013 年 4 月 22 日受理)

¹水産総合研究センター西海区水産研究所亜熱帯研究センター²長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科附属環東シナ海環境資源研究センターEffects of artificial seaweed and water depth on vulnerability of juvenile black-spot tuskfish *Choerodon schoenleinii* to carnivorous crab *Ashtoret lunaris*HIDEAKI YAMADA,^{1*} MASATO KOBAYASHI,¹ TAKU SATO¹ AND YUUKI KAWABATA²¹Research Center for Subtropical Fisheries, Seikai National Fisheries Research Institute, Fisheries Research Agency, Ishigaki, Okinawa 907-0451, ²Institute for East China Sea Research, Nagasaki University, Taira-machi, Nagasaki 851-2213, Japan

The effects of artificial seaweed and water depth on vulnerability of juvenile black-spot tuskfish *Choerodon schoenleinii* to the carnivorous crab *Ashtoret lunaris* were examined in the laboratory. Ten hatchery-reared tuskfish were exposed to five crabs for 24 h in replicate 400 L tanks ($N=8$) for each of the six treatments. The predation rate was significantly lower in the tanks with artificial seaweed than in the tanks without it. There was no significant difference in predation rate between standing artificial seaweed and lying artificial seaweed. There was no significant effect of water depth on the predation rate, either. When the behavioral pattern of the tuskfish was examined in tanks without crabs, most of the tuskfish were associated with the artificial seaweed. However, the tuskfish showed a clear diurnal activity pattern, and were distributed on the bottom of the tank during the night when the artificial seaweed was removed, implying that the predation mainly occurred at night. These results suggest that the foliage of *Sargassum* plants is an important nursery as a predation refuge for the tuskfish because wild black-spot tuskfish settle mainly on the thalli of *Sargassum polycystum* distributed in the intertidal zone, in which *A. lunaris* occurs simultaneously.

キーワード：カニ，コバモク，成育場，着底期，ベラ科，捕食-被食関係

シロクラベラ *Choerodon schoenleinii* はベラ科イラ属の大型魚類で，サンゴ礁域で漁獲される重要な水産資源である。近年本種の資源状態の悪化が懸念されており，¹⁾ その原因や対策を検討するため，初期生態等に関する研究が行われている。¹⁻⁵⁾ 八重山周辺の主要分布域である石垣島名蔵湾では，本種は3~4月頃に干潟域ホンダワラ藻体（主にコバモク *Sargassum polycystum*）に着底し，その後，海草藻場を経てサンゴ礁域へと移動する。⁵⁾ 一般に，サンゴ礁周辺に生息する魚類では，着底期の被食が個体群動態に重大な影響を及ぼすと考えられている。⁶⁾ これらのことから，ホンダワラ藻体に着底したシロクラベラの被食と環境条件との関連性の把握は，環境保全や種苗放流等により本種資源の増大を図る上で

重要な課題である。

シロクラベラが着底する名蔵湾の干潟域では，冬季から春季にかけての魚食性魚類の分布密度は，冠水時においても非常に低い（山田ら，未発表）。一方で，カニ類は周年多数生息する。中でも，キンセンガニ科のコモングニ *Ashtoret lunaris* は熱帯・亜熱帯浅海域の代表的な肉食性カニ類で，⁷⁾ 名蔵湾の干潟砂泥底にも多数生息しシロクラベラ稚魚と分布域が重複する（山田ら，未発表）。一般に，ホンダワラ類の藻体は，捕食者からの被食を軽減する隠れ家としての機能を有するといわれているが，⁸⁾ シロクラベラとカニ類との捕食-被食関係に及ぼすコバモク藻体の機能は明らかではない。

コバモクは，サンゴ礁周辺浅海域に分布するホンダワ

ラ科植物で、藻体長はシロクラベラ着底期には 50~200 cm 程度に達する (山田ら, 未発表)。このコバモク藻体は、干潟域では潮汐周期の水深変化に応じて直立と横倒しを繰り返すほか、バイオマスの年変動・季節変動も著しい。コバモクにも被食軽減機能があるならば、藻体の立体構造や群落規模の変動が、着底期の被食減耗を左右している可能性がある。そこで、ホンダワラ藻体に類似した形態を有する人工海藻を用いて、本種着底個体とコモングニを同居させて飼育実験を行い、被食率に及ぼす人工海藻の有無・立体構造および水深の影響を調べた。また、捕食様式を推察するため、両種の人工海藻に対する行動および日周鉛直移動様式についても調べた。

試料および方法

供試個体 実験に用いたシロクラベラは、2300 L の水槽で生産された 70 日齢前後の人工種苗で、実験前日まで配合飼料 (中部飼料, えづけーる) を給餌した。シロクラベラは、学習や選択圧によるバイアスを防ぐため、全ての試験において、毎回、新たな個体を用いた。コモングニは、名蔵湾干潟域において採集した後、養魚用配合飼料 (日清丸紅飼料, マダイ EP スーパー 10 号) または魚肉を与えて 7 日以上飼育した後、3 日間絶食し

て実験に供した。コモングニは、捕食試験①で用いた個体を捕食試験②でも用いたほか、他の試験の一部でもこれらの個体を再び用いた。反復して用いる場合にも、前回試験後 7 日以上給餌と 3 日間の絶食期間を経験させた後に実験に供した。1 回目と 2 回目とでコモングニの摂餌量・行動に大きな変化は見られなかったため、同一個体を繰り返して用いることによるバイアスは小さかったと考えられる。供試生物のサイズ測定は、各実験開始直前にバット (少量の海水入り) に収容して撮影した画像を用いて行った。なお、全ての実験は 2012 年 5 月 14 日から 6 月 7 日にかけてのいずれかの日に実施した。

捕食試験 400 L (長さ 1400 mm, 幅 600 mm, 高さ 490 mm) の角形 FRP 水槽を用い、止水・室内自然光下で実施した。水深は、低水位区では 50 mm, 他の試験区では 450 mm とし、いずれも中央部で通気をした。実験中の水温は 26~28℃ の範囲にあった。コモングニは砂泥底に生息し頻繁に砂に潜る性質を有するが、本研究では、砂を入れるとシロクラベラ個体の計数等が困難になるため、砂はなしとした。人工海藻 (川島商事, キンラン) は、緑色ナイロン製の葉状部 (長さ 100 mm) を有する円柱型で、全長 500 mm に切断して用いた。

Fig. 1 Schematic drawings of the experimental tanks in the predation experiments (lateral view). SH, standing structure (artificial seaweed) with high water level; LH, lying structure with high water level; NH, no structure with high water level; LL, lying structure with low water level; NL, no structure with low water level; NH, no structure with high water level.

飼育条件の組み合わせが異なる捕食試験①と捕食試験②を実施した (Fig. 1)。捕食試験①では、直立区、横倒し区、人工海藻無し区の3実験区を設定した。直立区では、水槽中央部に人工海藻2片を立てた状態に配置した。横倒し区では、人工海藻2片を水槽底面長辺方向に平行に寝かせて配置した。捕食試験②では、低水位横倒し区、低水位人工海藻無し区、人工海藻無し区の3実験区を設定した。各試験においては、1実験区あたり4水槽用い、3実験区で合計12基を、ランダム配置して使用した。これを2回繰り返して実施し、1実験区あたり8水槽の繰り返しとした。さらに、合計4回 (試験①②×2回) の試験において、1水槽ずつコントロール区 (シロクラベラ10個体収容、カニ無し、満水位) を設け、自然死亡の有無を確認した。

捕食試験①で用いたシロクラベラの標準体長 (SL) およびコモンガニの甲幅 (CW) の各水槽における平均値は、それぞれ12.1~15.7 mm SL および25.1~29.8 mm CW の範囲にあった。捕食試験②では、それぞれ10.7~15.2 mm SL および22.9~26.7 mm CW の範囲にあった。両試験とも、供試生物のサイズには実験区間に有意差は認められなかった (ANOVA, $p > 0.05$)。カニの性比 (♀の割合) は、20~40% の範囲であり、実験区間で一致させた。

13:00に各条件に設定した水槽にシロクラベラを10個体ずつ収容し、15:00にコモンガニを5個体ずつ収容して捕食者と同居させた。なお、隠れ家のない狭い水槽に同居させた予備試験において、絶食したコモンガニ1個体は24時間でシロクラベラ稚魚 (約15 mm SL) を2~3個体程度食べることを確認した。そのため、捕食試験におけるシロクラベラ投与量はコモンガニの飽食量に近いといえる。24時間同居させた後に実験を終了し、シロクラベラ生残数をカウントして、10個体中の捕食された個体数の割合 (被食率) を実験区間で比較した。ダミー変数を用いてロジスティック回帰分析を行った後、尤度比検定 (χ^2 乗分布) を用いて、処理の効果を調べた。更に処理の効果が得られた場合には Bonferroni 法を用いて P 値を補正する多重比較を行った。

選択行動試験 シロクラベラについては人工海藻に対する寄り付き試験と立体構造選択試験を、コモンガニについては寄り付き試験のみを実施した。いずれの試験も、400 L (長さ1400 mm, 幅600 mm, 高さ490 mm) の角形FRP水槽に個体別に収容し、満水位 (水深450 mm)・止水・室内自然光下・通気なしの条件で行った。供試個体のサイズは、シロクラベラ寄り付き行動試験では、 13.0 ± 3.4 mm SL (mean $\pm$ standard deviation, $N=12$)、コモンガニ寄り付き試験では 26.5 ± 3.0 mm CW ($N=24$)、シロクラベラ立体構造選択試験では 12.4 ± 2.2 mm SL ($N=36$) であった。

シロクラベラ寄り付き試験では、人工海藻1片を水槽底面短辺方向に平行に横倒し状態で、水槽の左右いずれかの水底に設置した (Fig. 2a)。人工海藻がある側の幅300 mm部に定位している個体を「寄り付いている」、反対側の幅300 mm部に定位している個体を「寄り付いていない」とし、中間部 (200 mm幅) および両側縁辺部 (300 mm幅) にいる個体は解析から除外した。実験は、12水槽を用いて、左右で異なる条件をランダムに配置して行った。実験に際しては、15:30に供試個体を水槽底面中央に立てた塩化ビニルパイプ (長さ500 mm, 内径100 mm) 内に収容し、30分後にパイプを除去した。翌朝10:00に定位位置を目視により調べ、「寄り付いている」個体数と「寄り付いていない」

Fig. 2 Schematic drawings of the experimental tanks in the habitat preference experiments (top view): (a) an experimental tank for tuskfish (with structure vs without structure), (b) an experimental tank for crab (with structure vs without structure), (c) an experimental tank for tuskfish in selecting a structure in different postures (standing structure vs lying structure). Each animal was introduced individually into a tank with the high water level. Each structure was randomly arranged on the left or right side of the tank. Values in parentheses indicate the results of the experiment, i.e. the total number of individuals located in each condition. The fish distributed in gray areas were excluded from the analysis. The difference in the number of experiment a was significant (binominal test, $p < 0.01$) and others were not significant.

個体数との間に有意な偏りがあるかどうかを, 2 項検定を用いて調べた。

コモンガニ寄り付き試験では, 水槽底面の左右いずれか半分に, 人工海藻 3 片を水槽底面長辺方向に平行に横倒しにした (Fig. 2b)。人工海藻を置いた側 (600 mm 幅) にいた個体を「寄り付いている」, 人工海藻のない側 (600 mm 幅) にいた個体を「寄り付いていない」とみなし, 中間部 (200 mm 幅) にいた個体は解析から除外した。12 水槽を用いて 2 回実施し, 合計 24 データを取った。他の実験条件等はシロクラベラ寄り付き試験と同じとした。

シロクラベラ立体構造選択試験では, 水槽左右に, 人工海藻 1 片ずつを, 直立あるいは横倒し (水槽短辺方向) に, 配置した (Fig. 2c)。人工海藻がある場所の幅 300 mm 部に定位している個体を「寄り付いている」とし, 中間部 (200 mm 幅) および両側縁部 (300 mm 幅) にいる個体は解析から除外した。寄り付き個体について, 直立区と横倒し区それぞれに定位している個体数を比較した。12 水槽を用いて 3 回実施し, 合計 36 データを取った。他の実験条件等はシロクラベラ寄り付き試験と同じとした。

日周鉛直行動試験 シロクラベラが捕食されやすい時間帯等を推定するため, 人工海藻がない環境下での行動観察を行った。シロクラベラおよびコモンガニそれぞれについて, 角形ガラス水槽 (35 L; 長さ 450 mm, 幅 300 mm, 高さ 300 mm) 6 基に個体別に収容し, 水深 280 mm・室内自然光下・通気なしの条件で, デジタルカメラ (PENTAX, Optio w90) のインターバル機能を用い 6 分間隔で水槽側面から撮影を行った。光量が乏しい時間帯は内蔵フラッシュを作動させた。供試個体の

サイズは, シロクラベラでは 12.0 ± 0.9 mm SL ($N=6$), コモンガニでは 27.9 ± 1.0 mm CW ($N=6$) であった。実験では, 水槽に実験個体を収容し 1~2 時間経過した後撮影を開始し, 24 時間以上撮影を継続した。1 時間につき 10 枚得られた画像を用いて, 各個体の定位位置を水槽底面・中央部 (深度 140 mm 部) よりも上層・それらの中間層の 3 つに区分し, それぞれの画像数の割合を 1 時間毎に求めた。

結 果

捕食試験 捕食者のいないコントロール区ではシロクラベラの死亡はなかった。このため, 捕食試験における個体数の減少は全て捕食によると判断し解析を行った。また, 試験中のコモンガニの死亡もなかった。

捕食試験①の被食率は, 直立区 0~10%, 横倒し区 0~10%, 人工海藻無し区 0~80% であり, 処理の効果が認められた ($\chi^2=46.47$, d.f.=2, $N=24$, $p<0.01$) (Fig. 3)。多重比較の結果, 直立区・人工海藻無し区間 ($\chi^2=38.90$, d.f.=1, $N=16$, adjusted $p<0.01$) ならびに横倒し区・人工海藻無し区間 ($\chi^2=23.34$, d.f.=1, $N=16$, adjusted $p<0.01$) に有意差が認められたが, 直立区・横倒し区間 ($\chi^2=3.01$, d.f.=1, $N=16$, adjusted $p=0.25$) では有意な差はみられなかった。

捕食試験②の被食率は, 低水位横倒し区 0%, 低水位人工海藻無し区 0~70%, 人工海藻無し区 0~40% であり, 処理の効果が認められた ($\chi^2=39.68$, d.f.=2, $N=24$, $p<0.01$) (Fig. 3)。多重比較の結果, 低水位横倒し区・低水位人工海藻無し区間 ($\chi^2=39.31$, d.f.=1, $N=16$, adjusted $p<0.01$) ならびに低水位横倒し区・人工海藻無し区間 ($\chi^2=22.35$, d.f.=1, $N=16$, adjusted $p<$

Fig. 3 The predation rate (the ratio of the number of predated individuals to exposed individuals) in each treatment. Each box plot depicts the median (thick bar), the upper and lower quartiles (upper and lower sides of the box, respectively), the lowest and highest samples within the 1.5 interquartile ranges of the lower and upper quartiles (upper and lower ends of the vertical line, respectively), and outliers (circles). See Fig. 1 for the abbreviation of each treatment. Different letters (a and b) indicate that there is a significant difference between the treatments (Chi-square test with Bonferroni correction; $p<0.01$).

0.01) に有意差が認められたが、低水位人工海藻無し区・人工海藻無し区間 ($\chi^2=3.36$, d.f.=1, $N=16$, adjusted $p=0.20$) では有意な差はみられなかった。

選択行動試験 シロクラベラ寄り付き試験では、中央部にいた1個体を除く11個体が全て寄り付いており (Fig. 2), 有意な偏りが認められた ($N=11$, $p<0.01$)。11個体は全て人工海藻に接するように定位しており、強い寄り付き行動が認められた。コモンガニ寄り付き試験では、中央部にいた3個体を解析から除外した。残り21個体中、12個体が寄り付いており、9個体が寄り付いていなかった。有意な偏りは認められなかったため ($N=21$, $p=0.33$), 寄り付きも忌避もしないと判断された。シロクラベラ立体構造選択試験では、縁辺部にいた1個体を除外して解析した。35個体中20個体が横倒し区、15個体が直立区に寄り付いており、実験区間で有意差は認められなかった ($N=35$, $p=0.25$)。35個体中、33個体は、人工海藻に接するように定位しており、この試験でも強い寄り付き行動が認められた。

日周鉛直行動試験 シロクラベラについては、16:00 から翌日 23:00 までの間に撮影された画像のうち、不鮮明で定位位置が判別困難な54枚 (全体の2.9%) を除く1806枚を解析に用いた。底面から浮上していた画像の割合は、昼間は50%前後であったが日没後に急激に減少しており、明瞭な日周期変化を示した (Fig. 4)。昼間には、深度140 mm よりも上方にまで浮上してい

る場合も多かった。コモンガニでは、15:00 から翌日 16:00 までの間に撮影された1500枚について位置を確認したところ、全ての画像において水槽底面におり、浮上している画像はなかった。

考 察

コモンガニによる被食率は、水深や立体構造に関わりなく、人工海藻がある実験区で低かった。シロクラベラ寄り付き行動試験では立体構造に関わりなく人工海藻に寄り付いたことから、シロクラベラが人工海藻に寄り付くことでコモンガニによる被食が軽減したとみなされる。これまで、藻場の植物体の存在が大型魚類による稚魚の被食を回避させることが、いくつかの飼育実験により確認されている。⁸⁻¹⁰⁾ 本研究により、隠れ家の存在はカニ類からの被食も軽減させることが示された。

シロクラベラの日周鉛直行動を構造物がない状態で観察したところ、夜間は常に基質直上にいるが、昼間には頻繁に浮上した (Fig. 4)。幼魚でも同様の結果が得られていることから、⁴⁾ 着底期以降のシロクラベラは、夜間にはほとんど静止しており、活性が極端に低下するものと思われる。また、人工海藻がある場合には、シロクラベラは昼夜を問わず人工海藻内に隠れている場合が多かった (山田ら, 未発表)。一方、コモンガニでは、日周移動は認められず常に水槽底面に位置しており、時折水平移動した。コモンガニの捕食行動を観察したとこ

Fig. 4 Diurnal fluctuation in the vertical distribution of the tuskfish in the tank (water depth: 280 mm). The ratio of the number of photographs (one frame taken every 6 minutes), in which the fish was distributed in each vertical distribution category, to ten pictures taken by a digital camera every one hour was calculated for each individual ($N=6$). Bottom, on the bottom of the tank; Middle, the layer between the other two categories; Upper, shallower area than the intermediate depth (140 mm from the water surface) of the tank.

ろ, 視覚を用いて追いかけることはなく, 接近した獲物を昼夜に関わりなく捕獲した (山田ら, 未発表)。以上のことから, 隠れ家がない環境の日中においては, シロクラベラは水底から浮上していることが多いため, 水深が低いほどコモングニとシロクラベラが遭遇する確率が高くなると考えられる。一方, 隠れ家がない環境の夜間では, 両種が遭遇する確率は水深に関わりなく非常に高いと考えられる。このため, 日中のみ捕食が起きているならば, 被食率は水深によって大きく異なる可能性が高い。実際には, 人工海藻がない状態での水深の効果は有意ではなかった上に, 両種の行動様式からみて, 捕食は夜間に多いと推察される。

追いかけて捕食者 (タイリクスズキ *Lateolabrax* sp.) によるマダイ *Pagrus major* 稚魚の捕食がアマモ藻体の存在によって軽減されることを示した Shoji *et al.*⁹⁾ は, アマモ藻体が物理的・視覚的障壁となることで捕食効率を低下させたと推察している。Horinouchi *et al.*¹¹⁾ は, アマモ藻体には追いかけて捕食者の捕食効率を軽減させる機能があるが, 待ち伏せ型の捕食者の場合には, 逆に捕食効率を高めることを飼育実験により示している。コモングニは, 視覚に頼らない摂餌行動を示し, 野外では逃避行動が緩慢なベントス類を主要な餌料とする。⁷⁾ このようなタイプの捕食者でも, 隠れ家がない場合にはシロクラベラは捕食されることが明らかとなった。

天然海域では, シロクラベラは着底から全長 30 mm 程度までは, コバモクをはじめとしたホンダワラ藻体を生息場所としている。⁵⁾ 本研究でコバモク藻体に類似した形態の人工海藻を用いた飼育試験を行った結果, 水深や立体構造に関わりなく被食軽減効果が認められた。また, 被食動物としてマダイを用いた飼育実験において, 人工海藻と天然海藻とでは被食軽減機能に顕著な差がないことが示唆されている。¹²⁾ これらのことから, シロクラベラ稚魚は, コバモク藻体に寄り付くことで, 潮汐周期による水深や立体構造の変化に関わりなく, コモングニ等による被食を軽減していると推察される。また, 追いかけて捕食者のギンガメアジ *Caranx sexfasciatus* によるシロクラベラ人工種苗幼魚の被食が, 人工海藻の存在によって軽減されることを飼育実験で確認した (山田, 未発表)。さらに, シロクラベラ人工種苗稚魚を用いた放流実験においても, コバモク群落枯死前の放流の方が, 枯死後の放流よりも放流後の生残率が高いことが示唆されている。¹³⁾ 以上のことから, コバモク藻体がない場合には, シロクラベラの着底期の生残率は, 大きく低下すると考えられる。

シロクラベラ着底個体は, コバモク葉上に多数出現する小型甲殻類等を餌料として利用する (福岡・山田, 未発表)。コバモク群落は, 被食軽減機能だけでなく摂餌場としての機能も有する極めて重要な成育場であるとい

える。しかし, コバモクは「レッドデータおきなわ」で絶滅危惧Ⅱ類に指定されており,¹⁴⁾ 群落規模は各地で縮小傾向にあると考えられる。名蔵湾浅海域でもコバモク群落の分布域は限定的であるうえ, 群落の密度や分布範囲には著しい年変動も認められる (山田ら, 未発表)。シロクラベラ資源の維持・増大を図るためには, コバモク群落の保全・造成に関する取り組みが必要である。

謝 辞

本研究を実施するにあたり, 鯛水産総合研究センター西海区水産研究所亜熱帯研究センターの照屋和久センター長ならびに職員の方々には, 様々なご高配を賜った。この場を借りて厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) 太田 格, 工藤利洋, 海老沢明彦. 八重山海域の沿岸性魚類資源の現状. 平成 17 年度沖縄県水産試験場事業報告書, 沖縄県水産海洋研究センター, 糸満. 2007; 165–175.
- 2) Yamada H, Chimura M, Asami K, Sato T, Kobayashi M, Nanami A. Otolith development and daily increment formation in laboratory-reared larval and juvenile black-spot tuskfish *Choerodon schoenleinii*. *Fish. Sci.* 2009; **75**: 1141–1146.
- 3) 名波 敦, 浅見公雄, 千村昌之. シロクラベラ *Choerodon schoenleinii* 人工種苗の基質選択性. 日本誌 2009; **75**: 1073–1075.
- 4) Kawabata Y, Okuyama J, Asami K, Yoseda K, Arai N. The post-release process of establishing stable home ranges and diel movement patterns of hatchery-reared black-spot tuskfish *Choerodon schoenleinii*. *J. Fish Biol.* 2008; **73**: 1770–1782.
- 5) Yamada H, Nanami A, Ohta I, Fukuoka K, Sato T, Kobayashi M, Hirai N, Chimura M, Akita Y, Kawabata Y. Occurrence and distribution during the post-settlement stage of two *Choerodon* species in shallow waters around Ishigaki Island, southern Japan. *Fish. Sci.* 2012; **78**: 809–818.
- 6) Almany GR, Webster MS. The predation gauntlet: early post-settlement mortality in reef fishes. *Coral Reefs* 2006; **25**: 19–22.
- 7) Perez OS, Bellwood DR. Ontogenetic changes in the natural diet of the sandy shore crab, *Matuta lunaris* (Forsk.) (Brachyura: Calappidae). *Aust. J. Mar. Freshwater Res.* 1988; **39**: 193–199.
- 8) Shoji J, Kamimura Y, Fujiki C. Macro-algae habitat as fish nursery: evaluation of function as predation refuge. In: Moksness E, Dahl E, Støttrup J (eds). *Integrated Coastal Zone Management*. Wiley-Blackwell Publishing, Hoboken. 2009; 50–56.
- 9) Shoji J, Sakiyama K, Hori M, Yoshida G, Hamaguchi M. Seagrass habitat reduces vulnerability of red sea bream *Pagrus major* juveniles to piscivorous fish predator. *Fish. Sci.* 2007; **73**: 1281–1285.
- 10) Rooker JR, Holt GJ, Holt SA. Vulnerability of newly settled red drum (*Sciaenops ocellatus*) to predatory fish: is early-life survival enhanced by seagrass meadows? *Mar. Biol.* 1998; **131**: 145–151.

- 11) Horinouchi M, Mizuno N, Jo Y, Fujita M, Sano M, Suzuki Y. Seagrass habitat complexity does not always decrease foraging efficiencies of piscivorous fishes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 2009; **377**: 43-49.
- 12) 上村泰洋. ガラモ場における稚魚生産. 「浅海域の生態系サービス」(小路 淳, 堀 正和, 山下 洋編) 恒星社厚生閣, 東京. 2011; 67-77.
- 13) 佐藤 琢, 河端雄毅, 奥澤公一, 浅見公雄, 小林真人, 山田秀秋, 福岡弘紀, 與世田兼三, 武部孝行, 平井慈恵, 秋田雄一, 名波 敦, 太田 格, 鈴木伸明, 千村昌之, 青沼佳方, 加藤雅也, 澁野拓郎, 照屋和久. 亜熱帯海域における資源造成: シロクラベラにおける種苗放流技術の開発. 水研センター研報 2013; **37**: 65-83.
- 14) 島袋寛盛, 新井章吾, 野呂忠秀. 沖縄島以南の琉球列島に生育する絶滅危惧藻類コバモク *Sargassum polycystum* (ヒバマタ目, 褐藻綱) の形態と分布について. 沖縄生物学会誌 2007; **45**: 49-56.