

鹿児島県大隅半島西岸における藻場構成種と分布の特性

豊谷伊織¹・倉堀宇弘¹・島袋寛盛²・寺田竜太^{1*}

¹ 鹿児島大学水産学部 (〒 890-0056 鹿児島市下荒田 4 丁目 50-20)

² 独立行政法人水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所 (〒 739-0452 広島県廿日市市丸石 1 丁目 17-5)

Iori Tatamidani¹, Takahiro Kurahori¹, Hiromori Shimabukuro² and Ryuta Terada^{1*}: Species and distributional characteristics of seaweed / seagrass communities from the western coast of Osumi Peninsula, Kagoshima, Japan. Jpn. J. Phycol. (Sôru) 62: 152-160, November 10, 2014

Distributional characteristics of twelve species of seaweeds / seagrass, including *Zostera marina* and ten species of *Sargassum* (Fucales) that compose dense communities, were determined from 51 sites along the western coast of Osumi Peninsula, Kagoshima Bay, Kyushu Island, Japan. Data were collected during a series of surveys related with a seaweed community conservation program organized by local fisherman and inhabitants during 2010 and 2012. The total area of the seaweed / seagrass communities were also estimated using geographic information system (GIS) data on the each community determined visually. Four temperate species of *Sargassum*, *S. fusiforme*, *S. hemiphyllum*, *S. patens*, and *S. piluliferum*, were observed from all areas of Kinko, Kanoya and Tarumizu Municipalities. Meanwhile, six subtropical and warm-temperate species, *S. alternato-pinnatum*, *S. carpophyllum*, *S. crispifolium*, *S. glaucescens*, and *S. ilicifolium*, could also be found from all areas, suggesting that *Sargassum* flora of this peninsula in Kagoshima Bay represents a combination of temperate and subtropical ecotones. Each species typically composed single dominant community, that depends on depth and location. However, there were also mixed communities, where no species appeared dominate at some locations. The total area of the combined seaweed / seagrass communities was estimated to be around 45 hectares, suggesting that this conservation activity could be expected to maintain this areal coverage for this region.

Key Index Words: distribution, Kyushu Island, *Sargassum*, seagrass, seaweed, *Zostera*

¹Faculty of Fisheries, Kagoshima University, Shimoarata 4-50-20, Kagoshima 890-0056, Japan.

²National Research Institute of Fisheries and Environment of Inland Sea, Fisheries Research Agency, Maruishi 2-17-5, Hatsukaichi, Hiroshima 739-0452, Japan.

* Author for correspondence: terada@fish.kagoshima-u.ac.jp

緒言

藻場は沿岸域の主要な基礎生産の場であると共に、魚介類の生息場や隠れ家、餌場、産卵場となっており、沿岸生態系に欠かせない存在である。近年では、藻場自体が資源としても捉えられており、水産資源の持続的な利用の観点からも重要視されている(水産庁 2009)。しかし、沿岸域の改変や環境悪化、磯焼け等で日本の藻場は減少傾向にあり、過去 30 年間で約 40% 消失したと報告されている(水産庁 2009, 田中ら 2013)。

鹿児島県の大隅半島西岸は、佐多岬近傍を除いた海域が鹿児島湾に面している。鹿児島湾は南北約 70km、幅約 25km と南北に長い内湾であり、南側の湾口部を通して外海域と繋がっている(大木 2000, 山城ら 2008)。鹿児島湾には温帯域に主な分布域を持つ海藻・海草類(温帯性種)が広く分布しており、ヒジキ *Sargassum fusiforme* (Harvey) Setchell やヤツマタモク *Sargassum patens* C. Agardh, マメタワラ *Sargassum piluliferum* (Turner) C. Agardh などのホンダワラ類が鹿児島湾内外各地で藻場を形成している(瀬戸口ら 1981, 野呂・難波 1989, 島袋ら 2007a, 中島ら 2013)。一方で、

九州南部の海藻植生は亜熱帯や暖温帯(温帯域の中で亜熱帯に近い気候帯)に主な分布を持つ種類(亜熱帯・暖温帯性種)と温帯性種との分布推移帯(エコトーン)としても知られており(寺田ら 2004, 寺田 2011)、両者の混生域でもある(島袋ら 2007b, 田中ら 2013, 中島ら 2013)。事実、鹿児島湾中央部に位置する桜島では、野呂・南波(1989)が温帯性種のガラモ場を報告しているが、土屋ら(2011)は彼らの報告になかった暖温帯性種のキレバモク *Sargassum alternato-pinnatum* Yamada やコナフキモク *Sargassum glaucescens* J. Agardh の混生を報告した。また、温帯域に広く分布するワカメ *Undaria pinnatifida* (Harvey) Suringer やアサクサノリ *Pyropia tenera* (Kjellman) Kikuchi *et al.*, アマモ *Zostera marina* L. など、鹿児島県本土が分布の南限として知られている(河野ら 2012a, b, Watanabe *et al.* 2014a, b)。

近年、気候変動に関連して海藻・海草類の植生変化の可能性が指摘されており、分布推移帯ではより顕著な変化となる可能性が懸念されている(桑原ら 2006, 寺田 2011, 寺田ら 2013)。鹿児島湾における藻場の分布については、古くは瀬戸口ら(1981)が藻場の広域分布調査を 1976 年と 1978 年

に実施し、湾内6ヵ所の垂直分布構造を報告した。最近では、田中ら(2013)が鹿児島湾内全域の広域藻場調査を2006年に実施し、瀬戸口ら(1981)の報告に記載されていない亜熱帯・暖温帯性種が湾内に広く分布することを指摘した。しかし、鹿児島湾の藻場の広域分布調査は2006年以降に行われておらず、特に最近の藻場の現況や面積などは把握されていない。

藻場の保全を進めていくためには、現況を的確に把握するための定期的なモニタリングが不可欠である。本研究では、水産庁環境生態系保全活動支援事業(平成22~24年度)の一環として、漁業者が行う藻場の保全活動に際して基礎的な知見を供することを目的とし、大隅半島西岸の3自治体(鹿屋市、垂水市、肝属郡錦江町)における藻場の構成種と分布、面積を明らかにすると共に、大規模なガラモ場とアマモ場の計6地点の垂直分布を調査した。

材料および方法

藻場の分布と出現種調査

調査範囲は大隅半島の西岸のうち、鹿児島市桜島と垂水市境(早崎)以南の垂水市から鹿屋市、肝属郡錦江町長谷(旧・大根占町の沿岸)に至る約48.5kmの海岸とし、計51地点で調査した(Fig. 1, Table 1)。各地の調査は2010年5月27日と28日に錦江町(St. 1~10と鹿屋市最南端のSt. 11)、2010年6月3日と4日に鹿屋市(St. 12~27)、2012年6月7日と8日に垂水市(St. 28~51)で実施した。なお、錦江町では2011年と2012年、鹿屋市では2012年も追跡調査を実施したが、2010年と概ね同様の結果であったことから、初回調査である2010年の結果のみを掲載した。調査は原則として鹿児島湾の南部から北部に北上する形で行われた。調査距離は、錦江町9.3km、鹿屋市17.5km、垂水市21.7kmとなり、全体では45kmに達した。

調査方法は、田中ら(2013)の方法に準じ、調査地点ごとに海岸線に沿って素潜りまたはSCUBAで海岸線や離岸堤、潜堤沿いに遊泳して藻場の分布範囲を目視で確認した。また、藻場の林冠を形成する主な種類を採取し、鹿児島大学水産学部の研究室において種を同定した。調査の開始点では携帯型GPS(Garmin Ltd, eTrex)を用いて緯度・経度を測定した。調査地点の間隔は概ね500mから1,000mとしたが、藻場が連続する部分は調査地点間をすべて遊泳で調査した。藻場の分布範囲は、事前に撮影していた調査地の航空写真(A3版)に現地でのその都度手書きで記録した。藻場の分布面積は、研究室においてカシミール3D(Ver. 8.9.1)を用いて藻場の分布範囲をコンピューター上の地図にプロットし、面積を求めた。

藻場の垂直分布

調査した51地点のうち、大規模な藻場が見られた6地点(ガラモ場4地点とアマモ場2地点)を選定し、SCUBAを用いて藻場の垂直分布(帯状分布)を調査した(Fig. 1)。調査は海岸線(大潮時高潮線)の基点から沖合方向に、調査測線を生育分布下限まで約100mから300m程度設置し、一定の

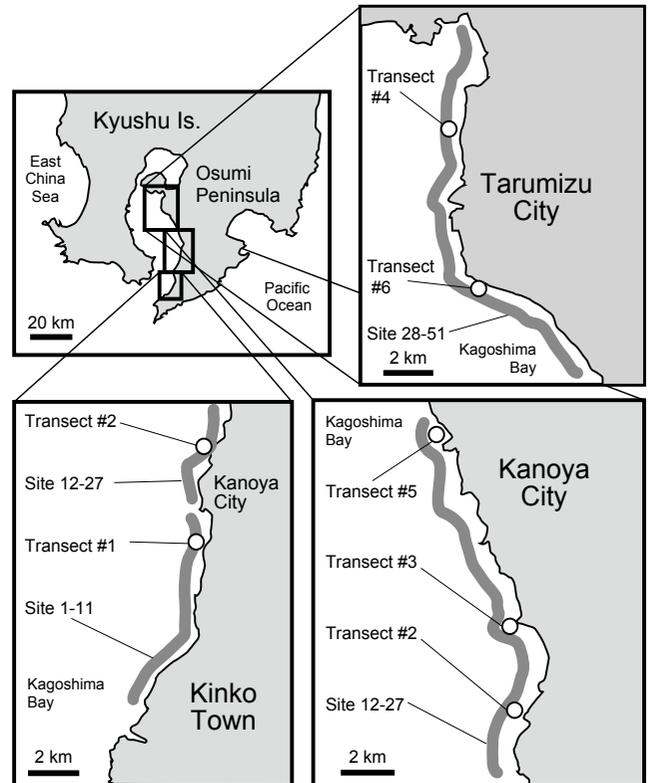


Fig. 1. Map of southern Kyushu Island, Japan and a close up of the western coast of Osumi Peninsula, showing the study sites (bars and circles) with site numbers.

間隔や構成種、底質等が変化する都度出現種と被度(50cm四方)、底質、水深を記録した。水深は観察時の実測水深と時刻を記録し、海上保安庁潮汐表第一巻(海上保安庁2010, 2012)の鹿児島港の潮汐から水深(平均海面からの水深)を算出した。

ホンダワラ類の同定と定義

日本産ホンダワラ類は主な分布域から“温帯性”や“熱帯・亜熱帯性(または南方系)”と区別されているが、分布域の違いはホンダワラ属内の系統とは必ずしも一致しておらず、研究者によって見解が異なる(田中ら2013)。本研究ではYoshida(1983)、吉田(1998)、Shimabukuro(2008)、田中ら(2013)の分類と分布、定義に基づいて、ヒジキ、イソモク *Sargassum hemiphylum* (Turner) C. Agardh、ヤツマタモク、マメタワラを温帯性種と定義した。また、キレバモク、マジリモク *Sargassum carpophyllum* J. Agardh、コブクロモク *Sargassum crispifolium* Yamada、コナフキモク、*Sargassum ilicifolium* (Turner) C. Agardh を亜熱帯・暖温帯性種とした。

現在、トサカモク *Sargassum cristaefolium* Yamada とフタエモク *Sargassum duplicatum* Bory は Mattio *et al.* (2009) によって *S. ilicifolium* の異名とされている。調査段階では両種を可能な限り区別して記録したが、本稿を取り纏める段階

Table 1. Site number, locality name, survey date, latitude, and longitude of this study.

| No. | Municipality | Locality Name | Year | Date | Latitude (N) | Longitude (E) |
|-----|---------------------------------|------------------------------|------------|-------------|--------------|---------------|
| 1 | Kinko | Matsuzaki | 2010 | 27-May | 31°13.905' | 130°46.105' |
| 2 | | Baba | | 27-May | 31°14.360' | 130°46.351' |
| 3 | | Ohashi | | 27-May | 31°14.523' | 130°46.594' |
| 4 | | Shiromoto - Kyomachi | | 27-May | 31°14.944' | 130°47.133' |
| 5 | | Jogasaki Harbor | | 27-May | 31°15.275' | 130°47.255' |
| 6 | | Jogasaki | | 27-May | 31°15.435' | 130°47.215' |
| 7 | | Kamikawa - Torihama | | 28-May | 31°15.990' | 130°47.210' |
| 8 | | Kamikawa | | 28-May | 31°16.637' | 130°47.446' |
| 9 | | Kaikura | | 28-May | 31°16.965' | 130°47.512' |
| 10 | | Kaikura-Koyoen | | 28-May | 31°17.445' | 130°47.679' |
| 11 | Kanoya | Old Quarry Site | 2012 | 28-May | 31°17.706' | 130°47.508' |
| 12 | | Old Quarry Site North | | 3-Jun | 31°17.787' | 130°47.471' |
| 13 | | Hakari | | 3-Jun | 31°18.957' | 130°47.652' |
| 14 | | Takenzaki - Takasu Beach | | 3-Jun | 31°20.692' | 130°47.661' |
| 15 | | Takasu | | 3-Jun | 31°20.528' | 130°47.424' |
| 16 | | Shinmura - Ebisubana | | 3-Jun | 31°21.171' | 130°47.425' |
| 17 | | Sugawara Primary School | | 3-Jun | 31°22.270' | 130°46.752' |
| 18 | | Tenjin | | 3-Jun | 31°22.605' | 130°46.599' |
| 19 | | Tenjin North (Futatsujima) | | 4-Jun | 31°22.793' | 130°46.618' |
| 20 | | Funama South | | 4-Jun | 31°23.258' | 130°46.337' |
| 21 | | Funama Submerged Breakwater | | 4-Jun | 31°23.239' | 130°46.008' |
| 22 | | Funama / Furue Boundary | | 4-Jun | 31°23.560' | 130°46.219' |
| 23 | | Furue | | 4-Jun | 31°23.967' | 130°46.051' |
| 24 | | Kanoya Port | | 4-Jun | 31°24.108' | 130°45.915' |
| 25 | Kanoya Port Offshore Breakwater | 4-Jun | 31°24.168' | 130°45.531' | | |
| 26 | Kanoya Port North 1 | 4-Jun | 31°24.843' | 130°45.585' | | |
| 27 | Kanoya Port North 2 | 4-Jun | 31°24.542' | 130°45.694' | | |
| 28 | Tarumizu | Masakari | 2012 | 7-Jun | 31°25.452' | 130°45.225' |
| 29 | | Shinjo | | 7-Jun | 31°25.849' | 130°44.887' |
| 30 | | Shinjo-Ohto | | 7-Jun | 31°26.419' | 130°44.310' |
| 31 | | Shinjo-Suwa | | 7-Jun | 31°26.514' | 130°44.145' |
| 32 | | Kunugibaru-Shimo 1 | | 7-Jun | 31°27.197' | 130°43.477' |
| 33 | | Kunugibaru-Shimo 2 | | 7-Jun | 31°27.306' | 130°43.153' |
| 34 | | Kunugibaru-Shimo 3 | | 7-Jun | 31°27.384' | 130°42.816' |
| 35 | | Kunugibaru-Shimo 4 | | 7-Jun | 31°27.423' | 130°42.615' |
| 36 | | Tarumizu-Minami Harbor South | | 7-Jun | 31°27.480' | 130°42.327' |
| 37 | | Tarumizu-Minami Harbor North | | 7-Jun | 31°27.574' | 130°42.103' |
| 38 | | Nishikimachi | | 7-Jun | 31°27.724' | 130°41.865' |
| 39 | | Hamabira | | 7-Jun | 31°28.396' | 130°41.686' |
| 40 | | Tarumizu-New Port South | | 7-Jun | 31°28.566' | 130°41.661' |
| 41 | | Tarumizu-Old Port South | | 8-Jun | 31°28.680' | 130°11.571' |
| 42 | | Tarumizu-Old Port | | 8-Jun | 31°29.651' | 130°41.798' |
| 43 | | Mototarumizu | | 8-Jun | 31°30.008' | 130°41.790' |
| 44 | | Arasaki | | 8-Jun | 31°30.399' | 130°41.745' |
| 45 | | Nakamata | | 8-Jun | 31°31.004' | 130°41.814' |
| 46 | | Kaigata-Wada | | 8-Jun | 31°31.634' | 130°41.873' |
| 47 | | Kaigata-Enoshima | | 8-Jun | 31°31.862' | 130°41.792' |
| 48 | | Kaigata Harbor | | 8-Jun | 31°32.037' | 130°42.396' |
| 49 | | Wakinobori | | 8-Jun | 31°32.202' | 130°42.405' |
| 50 | | Ohama 1 | | 8-Jun | 31°32.783' | 130°42.285' |
| 51 | | Ohama 2 | | 8-Jun | 31°32.950' | 130°42.178' |

Table 2. Occurrence of *Sargassum*, *Undaria*, and *Zostera* species that composed large seaweed / seagrass communities at 51 sites in the western coast of Osumi Peninsula, Kagoshima, Japan.

| Municipality | Kinko (Onejime) | | | | | | | | | | Kanoya | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------------|-----|---|---|-----|-----|---|---|-----|-----|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | Species / Site No. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |
| <i>Sargassum ilicifolium</i> | + | | | | + | | | + | + | + | + | + | + | | + | + | + | + | + | + | + | | | + | | + | |
| <i>Sargassum glaucescens</i> | | | + | | | | + | | | + | + | + | + | + | + | + | | + | + | | | + | + | + | + | + | + |
| <i>Sargassum crispifolium</i> | | + | | | | | + | | | + | + | + | + | + | | + | + | + | | | | | | | | | + |
| <i>Sargassum carpophyllum</i> | | | | | + | | + | | | + | + | | | + | + | | | | | | | | | | | | + |
| <i>Sargassum alternato-prinnatum</i> | | | | + | | | + | | | + | | | | | | | | | + | | | | | | | | + |
| <i>Sargassum fusiforme</i> | + | + | + | | + | + | | + | + | + | | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | | + | + | + | |
| <i>Sargassum hemiphyllum</i> | + | + | + | | + | + | | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | | | | | + | + | | | |
| <i>Sargassum patens</i> | | | | + | + | + | + | + | + | + | | + | + | + | + | + | + | + | + | + | | + | | | | | |
| <i>Sargassum piluliferum</i> | | + | + | | | | | | | + | | + | + | + | + | | + | + | | | | | | + | | | |
| <i>Sargassum thunbergii</i> | | | | | | | | | + | + | + | + | + | + | | + | + | + | | | | + | + | | | | |
| <i>Undaria pinnatifida</i> | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | | | + | | + | + | | | + | + | | | + | | + | | |
| <i>Zostera marina</i> | | + | + | | | | | | | | | | | | | | | | | + | | | | | | | + |
| Area of <i>Sargassum</i> community* | 0.1 | | | | 0.3 | 1.1 | | | 2.5 | 0.9 | 0.3 | 4.4 | 2.8 | 0.2 | 5.8 | 2.2 | 2.7 | 2.5 | | 1.1 | | 1.9 | 0.4 | 0.9 | 0.9 | 0.4 | |
| Area of seagrass bed* | | 0.1 | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.5 | | | | | | | | 6.5 |

| Municipality | Tarumizu | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|----|
| | Species / Site No. | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 |
| <i>Sargassum ilicifolium</i> | | | | + | + | | | | + | | + | | | | + | | + | | | | | | | | + |
| <i>Sargassum glaucescens</i> | | | | + | + | | + | + | + | + | + | + | + | + | | | | + | + | | | | + | + | |
| <i>Sargassum crispifolium</i> | | | | | + | | + | + | + | | + | + | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sargassum carpophyllum</i> | | | | + | + | + | + | + | | + | | + | | | + | | | | + | | | + | | | + |
| <i>Sargassum alternato-prinnatum</i> | | | | | + | + | + | + | | + | | + | | + | | + | | | | | | | | | |
| <i>Sargassum fusiforme</i> | + | | + | + | | | + | + | + | + | + | | + | | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + | + |
| <i>Sargassum hemiphyllum</i> | | | | | | | + | + | | + | | + | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sargassum patens</i> | | | | | + | | + | | | | | + | | | | | + | | | + | + | | + | + | |
| <i>Sargassum piluliferum</i> | + | + | | + | | | + | | | | + | | | | + | | + | | | + | + | + | + | + | + |
| <i>Sargassum thunbergii</i> | + | | | + | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + |
| <i>Undaria pinnatifida</i> | + | + | | + | | | | | | | + | + | + | | + | + | + | | + | | | | | | |
| <i>Zostera marina</i> | | | | + | | | | | | | + | | | | | | | | | | | + | | | |
| Area of <i>Sargassum</i> community* | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.6 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.2 | 0.5 | | | 0.2 | 0.5 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.2 | | 0.2 | |
| Area of seagrass bed* | | | 0.3 | | | | | | | 1.3 | | | | | | | | | | | | | | | |

+: Occurrence of species

*: ha (10,000m²)

で *S. ilicifolium* に統一し、以下は和名の初出が古いトサカモクの名前を用いた。

結果

大隅半島西岸で調査した 51 地点のうち、ホンダワラ類は全ての地点の岩盤や岩塊、人工基質（コンクリート等）上に見られた（Table 2）。アマモ場は砂泥底に限られ、大隅半島西岸南部の錦江町で 2 地点、中部の鹿屋市で 2 地点、北部の垂水市で 3 地点と限定的であった。また、ワカメは岩盤や岩塊、人工基質上に広く見られたが、調査時期の 5 月下旬から 6 月上旬は枯死流失期にあたり、多くの個体は中肋や茎、附着器

が残存する程度であった。以下、各地調査地点の状況を大隅半島西岸南部から北部に北上する形で記述する。

錦江町（大隅半島西岸南部, St. 1 ~ 10）

調査地点の最南端に位置する錦江町大根占市街地（St. 1 ~ 4）では、海岸付近の消波ブロックと離岸堤、港湾等を除いて砂泥底の海岸が続いていた。海藻の生育場所は一部の瀬を除いて消波ブロックと離岸堤周辺の人工基質上などに限られており、ヒジキとイソモク、ワカメなどが小規模に群生または点生する程度であった。また、アマモ場は藻場保全活動を行っている場所に限られ、単年生の個体群がわずかに見られる程

Table 3. Vertical and horizontal distribution of *Sargassum* / *Undaria* communities at three sites in Kinko (May 31, 2010), Kanoya (June 9, 2010) and Tarumizu (June 8, 2012), Kagoshima, Japan.

| A. Transect #1 (St. 10, Kaikura-Koyoen, Kinko) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Distance from MHWS* (m) | 0 | 5 | 10 | 12 | 15 | 17 | 18 | 22 | 25 | 30 | 40 | 45 | 50 | 56 | 60 | 63 | 68 | 70 | 80 |
| Depth** (m) | 1.0 | 0.1 | -0.8 | -0.9 | -0.9 | -1.2 | -1.7 | -2.3 | -2.4 | -2.4 | -3.5 | -3.8 | -4.2 | -4.4 | -4.8 | -5.1 | -5.1 | -5.2 | -5.4 |
| Substratum*** | B | B | B | BR | BR | BR | BR | R | R | R | S | BR | S | R | R | R | R | S | S |
| | C | C | C | | | B | B | | | | | R | | | | B | R | C | C |
| Coverage | 0 | 0 | 10 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90 | 0 | 35 | 0 | 40 | 95 | 65 | 30 | 0 | 0 |
| <i>Sargassum fusiforme</i> | | | | 100 | 80 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sargassum thunbergii</i> | | | | | 10 | 80 | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sargassum patens</i> | | | | | | | 100 | 100 | 80 | 80 | | | | | | | | | |
| <i>Sargassum piluliferum</i> | | | | | | | | | | | | 20 | | | 5 | 5 | | | |
| <i>Sargassum crispifolium</i> | | | | | | | | | | | | 5 | | | 60 | | | | |
| <i>Sargassum carpophyllum</i> | | | | | | | | | | | | | | | 10 | 40 | 10 | | |
| <i>Undaria pinnatifida</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Others | | | 10 | | 10 | 20 | | | 20 | 10 | | 10 | | 10 | 20 | 20 | 20 | | |
| B. Transect #2 (St. 13, Hakari, Kanoya) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Distance from MHWS* (m) | 0 | 10 | 13 | 15 | 20 | 22 | 25 | 30 | 40 | 45 | 47 | 50 | 53 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 |
| Depth** (m) | -0.51 | -1.01 | -1.51 | -1.01 | -1.51 | -2.21 | -2.31 | -2.51 | -2.61 | -2.71 | -3.1 | -3.1 | -3.2 | -3.89 | -3.89 | -4.19 | -4.39 | -4.58 | -5.18 |
| Substratum*** | B | B | B | R | B | B | B | B | R | R | R | B | R | R | R | R | R | R | S |
| | C | C | C | | C | C | C | C | | | | C | | | | | | | |
| Coverage | 0 | 0 | 10 | 30 | 60 | 70 | 50 | 90 | 90 | 90 | 100 | 70 | 80 | 90 | 90 | 90 | 70 | 85 | 0 |
| <i>Sargassum thunbergii</i> | | | 10 | | + | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sargassum fusiforme</i> | | | + | 30 | 60 | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sargassum hemiphyllum</i> | | | + | | + | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sargassum piluliferum</i> | | | | | | 40 | 30 | 60 | 90 | 80 | 60 | 50 | 70 | 80 | 80 | 80 | 50 | 30 | |
| <i>Sargassum crispifolium</i> | | | | | | | 10 | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sargassum patens</i> | | | | | | | | 30 | + | 10 | 30 | | | | | | | | |
| <i>Sargassum ilicifolium</i> | | | | | | | | | | | | 5 | | | | | | | 5 |
| Others | | | | | + | 30 | 10 | + | + | + | 10 | 15 | 10 | 10 | 10 | 10 | 20 | 50 | |
| C. Transect #3 (St. 15, Takasu, Kanoya) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Distance from MHWS* (m) | 0 | 10 | 15 | 20 | 25 | 35 | 50 | 55 | 56 | 60 | 80 | 90 | 100 | 105 | 115 | 125 | 130 | 140 | 150 |
| Depth** (m) | -0.74 | -1.74 | -1.94 | -2.15 | -2.16 | -2.27 | -2.28 | -2.39 | -2.39 | -2.8 | -3.11 | -3.12 | -3.13 | -3.04 | -3.15 | -3.26 | -3.47 | -3.29 | -3.3 |
| Substratum*** | BR | S |
| Coverage | 0 | 0 | 30 | 50 | 50 | 100 | 100 | 40 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 70 | 100 | 100 | 100 | 0 |
| <i>Sargassum fusiforme</i> | | | 10 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sargassum hemiphyllum</i> | | | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Sargassum ilicifolium</i> | | | + | 10 | 10 | 20 | 20 | | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | | + | | | |
| <i>Sargassum glaucescens</i> | | | | 20 | 20 | 40 | 40 | 10 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | | 60 | 60 | 60 | |
| <i>Sargassum crispifolium</i> | | | | 20 | 20 | 20 | 20 | | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 40 | 20 | 20 | 20 | |
| <i>Sargassum carpophyllum</i> | | | | | | 20 | 20 | | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | |
| Others | | | 15 | | | | | 30 | | | | | | | 10 | | | | |
| D. Transect #4 (St. 44, Arasaki, Tarumizu) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Distance from MHWS* (m) | 0 | 10 | 30 | 50 | 70 | 80 | 90 | 95 | 100 | 108 | 111 | 118 | 120 | 125 | | | | | |
| Depth** (m) | | | | 0 | -1.23 | -1.72 | -1.81 | -2 | -2.19 | -2.39 | -2.69 | -3.07 | -2.86 | -2.95 | | | | | |
| Substratum*** | BR | BR | BR | BR | B | B | R | R | R | R | R | S | S | S | S | | | | |
| Coverage | 0 | + | 0 | 0 | 0 | 0 | + | 100 | 100 | 55 | 55 | 55 | 55 | 0 | | | | | |
| <i>Sargassum patens</i> | | | | | | | + | 100 | 100 | | | | | | | | | | |
| <i>Sargassum piluliferum</i> | | | | | | | | | | 50 | 50 | 50 | 50 | | | | | | |
| <i>Undaria pinnatifida</i> | | | | | | | | | | 5 | | | | | | | | | |
| Others | | + | | | | | | | | + | 5 | 5 | 5 | | | | | | |

*: MHWS: Maximum High Water Spring

**: Datum of depth: 1.55 m below mean sea level

***: Substratum: BR: Bedrock; R: Rock; B: Boulder; C: Cobble; S: Sand

Values for each species indicate the coverage of the quadrat (50 cm * 50 cm). [+] indicates less than 5% coverage.

度であった。

大根占市街地の北部に位置する城ヶ崎漁港周辺 (St. 5~6) より北の海岸は岩礁となり、漁港の防波堤や護岸、岩礁上にホンダワラ類が見られた。岩礁域では、潮間帯下部から水深 3 m 前後にかけてヒジキ、イソモク、ワカメ、マジリモクなどの垂直分布が見られたが、水深 3 m 以遠は砂地となり、海藻の生育は岸よりの岩盤か点在する岩塊上に限られていた。また、錦江町北部の神ノ川河口に位置する鳥浜から神川地区 (St. 7~8) にかけては再び砂質の海岸となり、海藻は離岸堤周辺にのみ見られた。

錦江町で最も大規模な藻場が見られたのは鹿屋市に近い錦江町皆倉 (St. 9) から鹿屋市境 (St. 10) にかけてであり、当地区の海岸は全域にわたって岩礁が続いていた。ガラモ場が海岸線から沖合 100 m 前後にかけての岩礁や岩塊上に見られ、総面積は約 3.6 ha と見積もられた。St. 10 で調査測線を沖合 80 m まで設置した結果、岸よりの基点から約 15 m 前後の場所にヒジキとウミトラノオが被度 80~100% で見られ、沖合 18~30 m (水深 1.7~2.4 m) にかけてはヤツマタモク (被度 80~100%) が優占する群落が見られた (Table 3. A)。また、調査測線上には見られなかったが、ヒジキ群落の下の水深帯にはイソモクが各地で点在した。一方、沖合 40~70 m (水深 3.5~5.2 m) にかけては、点在する岩塊上にマメタワラ、コブクロモク、マジリモクが見られ、一部にワカメが混生した。なお、錦江町では、ガラモ場約 4.9 ha、アマモ場約 0.1 ha の計約 5.0 ha の藻場が確認された。

鹿屋市 (大隅半島西岸中部, St. 11~27)

鹿屋市の沿岸も岩礁と砂浜が混在する海岸となっており、海藻の藻場は岩礁や岩塊、沖合の瀬、港湾や離岸堤の周辺で見られた。鹿屋市高須では、沖合の瀬に大規模なガラモ場が見られた一方、岩礁が海岸付近に限定されている場所も多く、藻場の広がりや調査地点によって異なった。また、アマモ場の分布は限定的であり、離岸堤等で静穏域となっている砂泥底で見られた。

鹿屋市南部の錦江町境 (St. 11) から鹿屋市潮量 (St. 13) の海岸は岩礁が続いており、海岸線に沿った水深 1~4 m 前後にホンダワラ類が多く見られた。藻場は連続していたが、南部の St. 11 にはトサカモク群落が多く見られる傾向にあり、北部の St. 13 に近くなるほどヤツマタモクやマメタワラが多く見られた。

St. 13 で調査測線を沖合 90 m まで設置した結果、沖合 13~80 m (水深 1.0~4.6 m) にかけて高密度なガラモ場が見られた (Table 3. B)。群落は温帯性種が主体であり、沖合 13~20 m (水深 1.5 m 前後) ではヒジキ、ウミトラノオ、イソモクが被度 80~100% で優占した。また、沖合 22~80 m (水深 2.2~4.6 m) ではマメタワラが被度 30~90% の高密度で見られ、ヤツマタモク (水深 2.5~4.5 m) が混生した。一方、水深 2.3 m にはコブクロモク、水深 3 m 以深ではトサカモクなどの亜熱帯・暖温帯性種が見られた。また、これら

のガラモ場ではヤツマタモク、マメタワラの藻体上にモズク *Nemacystus decipiens* (Suringar) Kuckuck が多数着生していた。

鹿屋市潮量 (St. 13) からひとつ北の岬である竹之崎 (St. 14) に至る海岸では、ヒジキ、イソモクヤツマタモク、マメタワラのガラモ場が見られた。これらの場所では沖合の岩塊の一部にコナフキモクが点生したが、多くは海岸付近の水深 3 m 前後で砂地となり、藻場は海岸線付近に限定されていた。なお、竹之崎以北の鹿屋市浜田町高須海岸には砂浜が続いており、藻場は見られなかった。

鹿屋市高須海岸の北端に位置する高須漁港周辺 (St. 15) では、漁港南側から沖合にかけて、岩礁の瀬が多数点在しており、瀬の周辺の岩盤・岩塊上に面積約 5.8 ha におよぶ大規模なガラモ場が確認された。ホンダワラ類は温帯性種、亜熱帯・暖温帯性種の両方が混生し、海岸付近の潮間帯下部ではヒジキ、イソモク、ウミトラノオが多く見られた。一方、沖の瀬にある灯標を基点として調査測線を沖合に 150 m 設置した結果、基点から 20 m (水深 2 m) 付近でヒジキ、イソモクが点生し、沖合 20~140 m (水深 2.2~3.3 m) にかけてはトサカモク、コナフキモク、コブクロモク、マジリモクのガラモ場 (被度最大 100%) が確認された (Table 3, C)。また、高須漁港周辺では、防波堤や離岸堤周辺の消波ブロック上にヒジキ、マジリモク、コナフキモク、ワカメなどが見られた。しかし、生育範囲は堤に沿って限定的であり、沖方向の広がりにはなかった。

高須漁港以北の鹿屋市新村、恵比須鼻、旧・菅原小学校周辺にかけての海岸 (St. 16~17) は、岩礁と砂浜が交互に連続し、岩礁の水深 1~2 m にはヒジキ、イソモク、ヤツマタモク、マメタワラ、コブクロモクなどが見られた。しかし、海岸沿いの水深 3~4 m 以深は砂地となり、群落は海岸線付近に限定されていた。

鹿屋市北部の鹿屋市天神町から船間町 (St. 18) にかけての海岸 (旧・菅原小学校から菅原天神、二ツ島、鶴ノ瀬鼻、船間, St. 17~St. 22) では、沖に設置されている潜堤上や離岸堤周辺、岩盤や岩塊上にガラモ場が見られ、ヤツマタモクやマメタワラ、コナフキモク、トサカモク、コブクロモク、キレバモク、ワカメが密生した。また、離岸堤の岸側の砂泥底には、小規模なアマモ群落がパッチ状に点在した (St. 18)。しかし、海岸沿いの水深 3 m 以深は砂地となり、群落は海岸線近傍に限定されていた。

鹿屋市北部の鹿屋港周辺 (St. 23~27) では、鹿屋港の離岸堤 (St. 24~26) の消波ブロック上に高密度なガラモ場が見られ、マジリモク、コブクロモク、トサカモク、コナフキモク等の亜熱帯・暖温帯性のガラモ場が見られた。また、北西離岸堤の内側 (St. 27) の砂泥底には面積約 6.5 ha に達する大規模なアマモ場が見られ、海岸の基点から沖合に調査測線を 250 m 設置した結果、沖合 15~240 m (水深 1.5~2.5 m) の砂泥底に被度 80~100% の高密度な群落が見られた (Table 4, A)。鹿屋市には、ガラモ場 26.5 ha、アマモ場 7.0 ha の計 33.5 ha の藻場が確認された。なお、このアマモ場は

Table 4. Vertical and horizontal distribution of *Zostera* communities at two sites in Kanoya (June 9, 2010) and Tarumizu (June 7, 2012), Kagoshima, Japan.

| A. Transect #5 (St. 27 Kanoya Port North 2, Kanoya) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Distance from MHWS* (m) | 0 | 10 | 15 | 30 | 50 | 70 | 80 | 90 | 100 | 120 | 140 | 150 | 160 | 190 | 195 | 200 | 205 | 210 | 220 | 230 | 235 | 240 | 250 |
| Depth** (m) | 0.4 | -1.2 | -1.2 | -1.4 | -1.5 | -1.6 | -1.5 | -1.6 | -1.6 | -1.5 | -1.6 | -1.8 | -2.1 | -2.1 | -2.1 | -2.1 | -2.2 | -2.3 | -2.2 | -2.2 | -2.5 | -2.5 | -2.5 |
| Substratum*** | CB | MS |
| Coverage | 0 | 0 | 30 | 0 | 0 | 80 | 80 | 80 | 0 | 0 | 0 | 80 | 100 | 100 | 100 | 0 | 0 | 100 | 100 | 90 | 60 | 5 | 0 |
| <i>Zostera marina</i> | | | 30 | | | 80 | 80 | 80 | | | | 80 | 100 | 100 | 100 | | + | 100 | 100 | 90 | 60 | 5 | |

| B. Transect #6 (St. 37 Tarumizu-Minami Harbor North, Tarumizu) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|----|----|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Distance from MHWS* (m) | 0 | 10 | 30 | 40 | 70 | 80 | 90 | 100 | 105 | 110 | 115 | 120 | 125 | 130 | 135 | 140 | 145 | 150 | 155 | 160 | 170 | 175 | 178 |
| Depth** (m) | | | | -1.13 | -1.63 | -1.72 | -1.81 | -1.91 | -2 | -2.09 | -2.18 | -2.27 | -2.26 | -2.43 | -2.43 | -2.5 | -2.5 | -2.49 | -2.58 | -2.58 | -2.17 | -2.17 | -2.13 |
| Substratum*** | S | S | S | S | S | S | S | MS | MS | MS | MS | MS | MS | MS | MS | MS | MS | MS | MS | MS | MS | MS | CB |
| Coverage | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 60 | 80 | 80 | 80 | 60 | 40 | 0 | 40 | 0 | 80 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 |
| <i>Zostera marina</i> | | | | | | | | 50 | 60 | 80 | 80 | 60 | 40 | | | 40 | | 80 | | | | | |
| <i>Sargassum carpophyllum</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 50 |
| Others | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | + |

*: MHWS: Maximum High Water Spring

** : Datum of depth: 1.55 m below mean sea level

***: Substratum: CB: Wave Dissipating Concrete Block; MS: Muddy Sand; S: Sand

Values for each species indicate the coverage of the quadrat (50 cm * 50 cm). [+] indicates less than 5% coverage.

9月の追跡調査では消失し、翌年の2月には幼体が多数確認された。

垂水市沿岸 (St. 28 ~ 51)

垂水市の沿岸は北部の江ノ島、荒崎、港湾周辺を除いて砂質の海岸が続いており、海藻の生育地はわずかな岩礁や岩塊、離岸堤等の人工構造物周辺に限られていた。アマモ場の生育地は離岸堤内側の静穏域に限られていた。

垂水市南部の鹿屋市境付近(St. 28)には岩礁が見られ、岩礁・岩塊上にヒジキ、ウミトラノオ、マメタワラのホンダワラ類が見られた。それ以北の垂水市新城周辺から垂水南港は(St. 29 ~ 35)は砂質の海岸となっており、ホンダワラ類は離岸堤周辺を除いて見られなかった。アマモ場は垂水市新城大都の砂泥底(St. 30)でパッチ状に見られたが、田中ら(2013)が報告したSt. 29, 32, 35では確認できなかった。

垂水市柘原の垂水南漁港北側にある砂質の海岸(St. 37)では、離岸堤の内側の砂泥底に面積約1.3 ha程度の高密度なアマモ場が見られ(Table 4, B)、海岸線の基点から沖合方向に調査測線を180 m設置した結果、沖合105 ~ 150 mにかけて被度40 ~ 80%で群落が見られた。田中ら(2013)の報告では南港の北側の離岸堤3堤分の広さのアマモ場が確認されているが、今回の調査ではすぐ北側の離岸堤のみに限られており、約1/3の広さであった。なお、垂水南漁港から垂水新港(St. 38 ~ 40)にかけても砂質の海岸となっており、海藻は離岸堤周辺や垂水新港の護岸の消波ブロック上(St. 40)に見られたが、砂泥底にアマモ場は確認されなかった。

垂水新港以北の垂水市街地(St. 41 ~ 42)や垂水市元垂水(St. 43)では離岸堤や消波ブロック上のみホンダワラ類が見られたが、元垂水の北側にある荒崎(St. 44)では岩礁、岩

塊、転石が混在する遠浅の自然海岸となっていた。海岸線の基点から沖合に調査測線を125m設置した結果、沖合90 ~ 120mにかけてヤツマタモクとマメタワラの高密度なガラモ場が見られた(Table 3, D)しかし、荒崎以北の垂水市中俣、下園、海潟温泉の海岸(St. 45)は砂質の海岸が続いており、離岸堤周辺にヒジキが見られる程度であった。

垂水市北部の江ノ島周辺(St. 47)は岩礁、岩塊、転石の自然海岸となっており、ヒジキ、マメタワラ、コナフキモクなどのホンダワラ類と共に、島の東岸の一部にアマモが見られた。なお、江ノ島の東に位置する海潟漁港内には海藻がほとんど見られなかったが、漁港東部の人工基質上(St. 48)にマメタワラなどが密生していた。海潟漁港より北では、垂水市脇登と小浜(St. 49 ~ 51)の海岸が岩礁、岩塊、転石となっており、ヒジキやヤツマタモク、マメタワラ、コブクロモクなどが点生していた。垂水市にはガラモ場4.9 ha、アマモ場1.6 haの計6.5 haの藻場が確認された。

考察

垂水市早崎から肝属郡錦江町長谷までの約48.5 kmの海岸で藻場の分布と構成種を調査した結果、ガラモ場36.3ha、アマモ場8.7 haの計45 haの藻場が確認された。海藻藻場を構成する種類はホンダワラ類10種とワカメの計11種であり、ワカメは単独で群落を形成する場合もあるが、多くはガラモ場の一部に混生したことから、この海域の海藻の藻場はほぼガラモ場と捉えられた。アマモ場の優占種はアマモ1種であり、ヤマトウミヒルモ *Halophila nipponica* Kuo やコアマモ *Zostera japonica* Ascheron et Graebner が混生する場所も見られたが、ごくわずかに混生した程度であった。

温帯性のホンダワラ類では、ヒジキ、イソモク、ヤツマタ

モク、マメタワラが調査地のほぼ全域で幅広く見られ (Table 2)、田中ら (2013) による 2006 年の調査結果と概ね一致した。亜熱帯性・暖温帯性のホンダワラ類ではトサカモク、コナフキモク、コブクロモク、キレバモク、マジリモクが見られ、これらの種類も大隅半島西岸の南部から北部にかけて広く分布していた。このうち、トサカモク、コナフキモク、コブクロモク、キレバモクの分布も田中ら (2013) の報告の分布域とも概ね一致したが、トサカモクは田中ら (2013) の報告にほとんどなかった垂水市内から多数確認された (St. 31, 32, 35, 38, 42, 44, 51)。また、田中ら (2013) の報告ではマジリモクが対象とされていなかったが、他のホンダワラ類と同様に広範囲に分布することが本研究で明らかになった。

ホンダワラ類の垂直分布は、潮間帯下部のヒジキやイソモク、ウミトラノオ、漸深帯上部のヤツマタモクやマメタワラ、それ以深のコブクロモクやコナフキモクなどといった垂直分布が見られ、亜熱帯・暖温帯性種がヤツマタモクやマメタワラなどの生育帯の下部に生育する傾向が見られた。この垂直分布は田中ら (2013) や土屋ら (2011) の報告と概ね一致しており、鹿児島湾内で広く見られる特徴であると考えられた。ただし、鹿屋市高須沖に見られたガラモ場ではヒジキとイソモクを除いて温帯性種が見られず、コナフキモクやコブクロモク、トサカモク、マジリモクが繁茂していたことから、温帯性種がほとんど見られない場所では亜熱帯・暖温帯性種による特有の垂直分布が形成されていると言える。

アマモ場は鹿屋市の鹿屋港北側で面積約 6.5ha の群落が見られ、当地以外のアマモ場も含めて夏季に消失したことから (関係漁協、私信)、すべて単年生種であると考えられた。また、単年生アマモの生育水深等は、鹿児島湾のアマモを報告した玉置ら (2007) や河野ら (2012a, b) と概ね一致した。一方、田中ら (2013) が報告したアマモ場は、垂水市沿岸の数カ所で確認できなかったことから、アマモ場の今後の変化を詳細にモニタリングしていく必要があると思われた。

ガラモ場は、大隅半島西岸南部の鹿屋市高須 (St. 15)、潮量 (St. 13)、錦江町皆倉 (St. 10) において、沖合 50m 以遠に至る大規模な藻場が見られた。しかし、水深 3m 前後で砂地になる場所では藻場が海岸線付近に限定されていたことから、藻場のモニタリングを優先的に行う場所は上述の藻場等が適していると考えられた。本研究で踏査した距離は約 48.5 km であり、海岸線 1 km あたりの藻場面積は 0.93 ha と見積もられた。この場合、海岸線に藻場が均一に分布すると仮定した場合の藻場の沖合方向の幅は約 10m に過ぎない。実際には海藻・海草が見られない海岸が多いことから、藻場の平均的な幅はそれ以上だが、基質となる岩礁が海岸線付近に限られることによって、藻場も海岸線に沿った線状に形成されていることが推察された。

鹿児島湾の藻場の水温は、2009 年 6 月から 2010 年 6 月までの期間で 15.6 ~ 29.4 °C (鹿児島市桜島; 土屋ら 2011)、2011 年 4 月から 2012 年 4 月の期間で 12.1 ~ 29.2 °C (指宿

市; Watanabe *et al.* 2014b) で推移したと報告されている。これらの値はデータロガーの実測による最高・最低水温であり、2 月と 8 月の月平均水温を算出すると、いずれも概ね 15 °C と 29 °C 前後である (寺田、未発表)。また、田中ら (2013) は、瀬戸口ら (1981) の報告に記載されていない亜熱帯・暖温帯性種が鹿児島湾内に広く分布することを指摘している一方、土屋ら (2011) は冬季水温が過去 38 年間で約 1 °C 上昇したことを指摘している。冬季水温の上昇が、亜熱帯・暖温帯性種の分布を可能にしていることも考えられるが、各種の低温耐性等については十分には明らかになっていない。また、秋から冬にかけての水温低下が遅めに推移する場合は、海藻の芽生え期における藻食動物の食圧の長期化を引き起こすことも考えられる。水温が藻場の成立に及ぼす影響については、海藻・藻食動物それぞれの生態を明らかにすることが重要であると考えられる。

大隅半島西岸では、カンパチ *Seriola dumerili* Risso やブリ *Seriola quinqueradiata* Temminck *et* Schlegel の養殖業が盛んであるが、当地の養殖業に携わる漁業者は沿岸環境の保全に対する意識が高く、沿岸生態系を支える藻場の保全と再生について 10 年以上にわたって取り組んでいる。本研究では、肝属郡錦江町で 5.0 ha (ガラモ場 4.9 ha, アマモ場 0.1 ha)、鹿屋市で 33.5 ha (26.5 ha, アマモ場 7.0 ha)、垂水市で 6.5 ha (ガラモ場 4.9 ha, アマモ場 1.6 ha) の藻場が確認されたが、今後の藻場保全活動では、各地域の藻場と生育環境の特性をよく理解した上での活動が求められると共に、今回確認された藻場が保全されていくことを切に願う次第である。

謝辞

本研究は水産庁環境生態系保全活動支援事業でのモニタリングで遂行されたことを付記し、調査にご協力いただいた鹿児島県大隅地域振興局、錦江町、鹿屋市、垂水市、おおすみ岬漁業協同組合、鹿屋市漁業協同組合、垂水市漁業協同組合の関係各位に深く御礼申し上げます。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の Gregory N. Nishihara 博士には英文要旨の校閲でご助言いただいた。この場を借りて御礼申し上げます。

引用文献

- 海上保安庁 2010. 平成 22 年潮汐表第 1 巻. 日本および付近. 東京.
 海上保安庁 2012. 平成 24 年潮汐表第 1 巻. 日本および付近. 東京.
 河野敬史・Gregory N. Nishihara・寺田竜太 2012a. 日本産アマモ *Zostera marina* の分布南限群落における季節的消長と光合成特性. 日本水産学会誌 78: 692-704.
 河野敬史・猪狩忠光・今吉雄二・田中敏博・徳永成光・吉満敏・寺田竜太 2012b. 薩南諸島と近傍における温帯性および熱帯性海産顕花植物の分布. 水産増殖 60: 359-369.
 桑原久実・明田定満・小林聡・竹下彰・山下洋・城戸勝利 2006. 温暖化によるわが国水産生物の分布域の変化予測. 地球環境 11: 49-57.
 Mattio, L., Payri, C.E. & Verlaque, M. 2009. Taxonomic revision and geographic distribution of the subgenus *Sargassum* (Fucales,

- Phaeophyceae) in the western and central Pacific islands based on morphological and molecular analyses. *J. Phycol.* 45: 1213–1227.
- 中島広樹・田中敏博・吉満敏・寺田竜太 2013. 鹿児島県笠沙におけるにおけるホンダワラ属藻類3種の季節変化と藻場垂直分布の長期変化. *藻類* 61: 97–105.
- 野呂忠秀・南波聡 1989. 桜島での海藻の分布と季節的消長. *鹿児島大学水産学部紀要* 38: 69–76.
- 大木公彦 2000. 鹿児島湾の謎を追って. *かごしま文庫* 61. 春苑堂出版. 鹿児島.
- 瀬戸口勇・久万田一巳・新村巖・福留巳樹夫・神野芳久・中間健一郎・茂利敦雄・田畑睦雄・中村敏郎・松本幹・佐野悦郎・若松清・瀬戸山公義・加塩昇・本高義治・松元利夫・井上慶幸・志摩彦之丞・下窪諭・宮内吾吾・前田和宏・酒井理生・岡田正・山口厚人・古賀吾一 1981. 鹿児島県沿岸域の藻場・干潟分布調査. 沿岸海域藻場調査, 九州西岸海域藻場・干潟分布調査報告. pp. 243–327. 西海区水産研究所, 長崎.
- Shimabukuro, H. 2008. Taxonomic study of the genus *Sargassum* (Fueales, Phaeophyceae) in the Ryukyu Islands and adjacent waters. PhD Thesis, Kagoshima University.
- 島袋寛盛・樋口福久・寺田竜太・野呂忠秀 2007a. 鹿児島県志布志湾における褐藻ヨレモクモドキとシロコモクの季節消長. *日本水産学会誌* 73: 244–249.
- 島袋寛盛・寺田竜太・外林純・Gregory N. Nishihara・野呂忠秀 2007b. 鹿児島県薩摩半島南部における褐藻フタエモク *Sargassum duplicatum* (Fueales, Phaeophyceae) の季節的消長. *日本水産学会誌* 73: 454–460.
- 水産庁 2009. 平成 20 年度水産白書. 水産庁, 東京.
- 玉置仁・田中敏博・荒武久道・渡辺雅子・松本里子・山本智子・相生啓子・新井章吾 2007. 日本南限の多年生アマモおよび 1 年生アマモの垂直分布に関する観察事例. *藻類* 55: 1–6.
- 田中敏博・吉満敏・今吉雄二・石賀好恵・寺田竜太 2013. 鹿児島湾における藻場の分布と特性. *日本水産学会誌* 79: 20–30.
- 寺田竜太 2011. 藻場の長期モニタリング, 背景と課題. *海洋と生物* 195: 291–297.
- 寺田竜太・川井浩史・倉島彰・村瀬昇・坂西芳彦・田中次郎・吉田吾郎・阿部剛史・北山太樹 2013. 日本産コンブ目海藻 5 種の分布とモニタリング指標種としての評価. 環境省自然環境局生物多様性センター (編) モニタリングサイト 1000 沿岸域調査 (磯, 干潟, アマモ場, 藻場) 2008–2012 年度とりまとめ報告書. pp. 68–73. 環境省.
- 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.
- 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.
- Watanabe, Y., Nishihara, G. N., Tokunaga, S. & Terada, R. 2014a. The effect of irradiance and temperature on the photosynthesis of a cultivated red alga, *Pyropia tenera* (= *Porphyra tenera*), at the southern limit of distribution in Japan. *Phycol. Res.* 62: 187–196.
- Watanabe, Y., Nishihara, G. N., Tokunaga, S. & Terada, R. 2014b. The effect of irradiance and temperature responses and the phenology of a native alga, *Undaria pinnatifida* (Laminariales), at the southern limit of its natural distribution in Japan. *J. Appl. Phycol.* DOI: 10.1007/s10811-014-0264-z
- 山城徹・繁原俊弘・浅野敏之 2008. 鹿児島湾への外洋水への流入に及ぼす大隅分枝流の影響について. *海洋開発論文集* 24: 921–926.
- Yoshida, T. 1983. Japanese species of *Sargassum* subgenus *Bactrophyucus* (Phaeophyta, Fueales). *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Series V (Bot.)* 13: 99–246.
- 吉田忠生 1998. 新日本海藻誌. 内田老鶴圃, 東京.

(Received September 4, 2014; Accepted October 2, 2014)