瀬戸内海における流れ藻の構成種とそれに随伴する魚類

山本昌幸,^{1*} 岸本浩二,² 一見和彦²

(2020年3月24日受付, 2020年9月25日受理, 2020年11月20日J-STAGE 早期公開)

¹香川県水産試験場, ²香川大学瀬戸内圏研究センター庵治マリンステーション

Species composition of drifting seaweeds and associated juvenile fishes in the Seto Inland Sea, Japan

MASAYUKI YAMAMOTO,^{1*} KOJI KISHIMOTO² AND KAZUHIKO ICHIMI²¹Kagawa Prefectural Fisheries Experimental Station, Takamatsu, Kagawa 761-0111, ²Aji Marine Station, Seto Inland Sea Regional Research Center, Kagawa University, Takamatsu, Kagawa 761-0130, Japan

Drifting seaweeds are utilized by some species of juvenile fishes. We collected drifting seaweeds and associated fishes off Kagawa Prefecture, Seto Inland Sea, monthly from June 2017 to June 2019. A total of 206 clumps of drifting seaweeds, comprised of 15 species, were collected. Average clump weight in each month ranged from 0.05 to 5.97 kg/clump, increasing from winter, reaching a peak in spring, and decreasing in summer and autumn. *Sargassum horneri*, *S. muticum* and *S. fulvellum* dominated in winter and spring, and *Zostera marina* did in summer and autumn. A total of 6,053 individual fish, belonging to 24 species, were collected. The density (number of individuals per kg of drifting seaweed) ranged from 0.1 to 209.0 and generally was low in winter and high in autumn. The numerically dominant species were *Rudarius ercodes* (54.7%), *Sebastes cheni* (21.7%), *S. ventricosus* (11.0%), *Petrosirtes breviceps* (4.4%) and *S. schlegelii* (2.8%). *Rudarius ercodes* was predominant between summer and autumn. *Sebastes cheni* and *S. ventricosus* were predominant species in spring, but the peak of their appearance in number was two months earlier in *S. cheni* than in *S. ventricosus*.

キーワード：アマモ, 魚類相, 瀬戸内海, 流れ藻, ホンダワラ類, メバル属

流れ藻はアカモク *Sargassum horneri* やヒジキ *Hizikia fusiformis* などのホンダワラ類やツルモ *Chorda filum*, アマモ *Zostera marina* などの海藻・海草類が定着生活していた藻場から離れて、海面を漂流しているものである。¹⁾ これらは、サンマ *Cololabis saira*²⁾ やサヨリ *Hyporhamphus sajori*³⁻⁵⁾ などの産卵床となる。さらに、流れ藻にはブリ類, メバル類, カワハギ類の稚魚が随伴する。^{4,6-10)} このように、流れ藻は多くの商業的に重要な魚類の生活史初期において利用されている。¹¹⁾

流れ藻に随伴する魚類の優占種は海域によって異なり、太平洋ではブリ *Seriola quinqueradiata*, ウマヅラハギ *Thamnaconus modestus*,^{7,8,12)} 日本海ではウスメバル *Sebastes thompsoni*, クロソイ *S. schlegelii*, メバル複合種群 *Sebastes* spp. (クロメバル *S. ventricosus*, シロメバル *S. cheni*, アカメバル *S. inermis* のいずれか, あるいは混合), メジナ *Girella punctata* など,^{4,13)} 瀬戸内海で

はメバル複合種群, アミメハギ *Rudarius ercodes*, ヨウジウオ *Syngnathus schlegelii*¹⁰⁾ が優占することが報告されている。日本海や瀬戸内海で優占種と報告されていたメバル複合種群は2008年にクロメバル, シロメバル, アカメバルに分類された。¹⁴⁾ これらメバル複合種群は、種によって成長¹⁵⁾ や食性¹⁶⁾ が異なる。さらに瀬戸内海のアマモ場ではシロメバルがクロメバル, アカメバルに比べて高密度に生息することが報告されている。¹⁷⁾ これらのことから、漁業や遊漁にとって重要な魚類であるメバル複合種群の種ごとに、流れ藻の利用様式が異なることが予想されるが、これらに関する知見はない。また、藻場の繁茂状況は季節および年によって大きく変動することから、^{18,19)} 流れ藻の出現状況についても同様に季節変動や年変動があると考えられる。流れ藻の構成種および1塊あたりの大きさの季節変動については、多くの知見が蓄積されているが、^{1,7,20)} 流れ藻1塊あたりの重量

の年変動についての知見は少なく,^{7,21)} これまでの瀬戸内海での流れ藻の報告^{10,20)}は2年未満の調査で、年変動の知見が得られていない。さらに、瀬戸内海における近年の温暖化や貧栄養化によって、²²⁾ 流れ藻の構成種や随伴魚類相の変化が予想されるが、これらの知見も得られていない。

本研究では、流れ藻の出現量と構成種およびそれに随伴する魚類の年変動の把握、メバル複合種群の種ごとの出現時期や密度の新規知見の提供、1997–1998年の瀬戸内海での流れ藻調査^{10,20)}との比較をするため、2017年6月から2019年6月の25か月間に瀬戸内海において、流れ藻の1塊あたりの重量と構成種の重量組成、流れ藻に随伴する魚類とそれらのサイズを調べた。

材料と方法

2017年6月から2019年6月において、月1回の頻度で静穏な日の日中に香川大学瀬戸内圏研究センター庵治マリンステーション所属の「ノープリウスⅡ (1.1 t)」を用いて調査を行った。調査海域の流れ藻の平均的な大きさと構成種の重量組成を推定するため、次のように流れ藻を採集した。高松市沖のA点、小豆島南東部沖のB点、さぬき市沖のC点、高松市沖のD点を結ぶ調査線を設け、この調査線を基本ラインとして、流れ藻を探索・採集した (Fig. 1)。調査日ごとに、最初の流れ藻を採集した場所の表層水温を測定した。1回の調査で合

計10塊の流れ藻を採集するようにし、基本的に5か所以上の場所で1か所あたり1–3塊の流れ藻を採集した。採集場所が偏らないようにAからB点で流れ藻を3–5塊、BからC点で2–4塊、CからD点で2–4塊を採集した。ただし、流れ藻が少ない時期には、採集場所にこだわらず、できる限り10塊の流れ藻を採集するようにした。流れ藻を見つけると船速を落とし、流れ藻が数個の場合は初見した海藻・海草類を採集し、それ以上の場合は分布状況を確認し、中心付近に分布している流れ藻を採集した。採集については、流れ藻に随伴する魚類をもれなく採集できるように、ゆっくりと近づき円形のたも網 (直径80 cm; 目合: 3.1 mm) によって、船上にすくい上げた。船上で、海藻・海草類と魚類に分け、それぞれをビニール袋に入れて香川県水産試験場に持ち帰った。

調査当日に実験室において、海藻・海草類と魚類は、それぞれ Enomoto *et al.*²³⁾・千原²⁴⁾と中坊²⁵⁾・沖山²⁶⁾に基づき、種を同定した。なお、メバル複合種群については、本種の胸鰭軟条数が体長13 mmで定数に達することから、²⁷⁾ 実体顕微鏡下で計数した左の胸鰭軟条数に基づき同定した。^{14,26)} 海藻・海草類は種ごとの湿重量、魚類は種ごとの個体数と各個体の全長を測定した。流れ藻については、採集塊数 (上限10塊) と1塊あたりの平均重量、構成種の重量組成の季節変動を調べた。随伴魚類については、密度の指標となる流れ藻1 kgあたりの個体数 (以下、密度と記す)、出現魚類の種数と個体数組成の季節変動を調べた。メバル複合種群については、種ごとに2018年と2019年における密度と全長組成の月別変動を調べた。さらに、流れ藻の重量の影響を受けず、随伴魚類の出現傾向をみることのできる流れ藻1塊あたりの個体数 (豊度) も調べた。

結果

2017年6月から2019年6月に25回の調査を行った。表層水温は季節変動を示し、2月が最も低く、8月が最も高かった。最低値は2018年2月に7.2°C、最高値は2017年8月に27.2°Cであった (Fig. 2)。

25か月の調査期間を通じて、合計206塊、328.9 kgの流れ藻を採集した。調査日ごとの流れ藻1塊あたりの平均重量は、流れ藻を採集できなかった2017年12月を除いて、0.05 (2017年11月)–5.97 (2019年5月) kg/塊で変動した (Fig. 3)。季節変動をみると、2017年6月に2.87 kg/塊であった平均重量は、7月から11月にかけて減少し、8月から11月には1 kg/塊未満と低水準で推移した。2018年1月から6月にかけて平均重量は増加し、6月には2.64 kg/塊となり、7月から11月にかけて減少した。2018年9月から2019年1月までの平均重量は1 kg/塊未満であったが、2月以降増加

Fig. 1 Maps showing the sampling area off Kagawa Prefecture, Seto Inland Sea, where drifting seaweed and fish were periodically collected from June 2017 to June 2019. The broken lines indicate survey lines (A-B-C-D) and the solid triangle indicates the Kagawa Prefectural Fisheries Experimental Station.

に転じ, 2019年5月に5.97 kg/塊となった。流れ藻が上限の10塊まで採集できなかった調査月は, 2017年11月から2018年2月までと, 2018年7月, 10月, 2019年1月であり, 2018年7月を除いて, 秋から初冬にかけてであった。流れ藻が増加する1月から6月までの1塊あたりの重量を, 2018年と2019年において各月間で比較すると, 2018年に比べて, 2019年の重量の方が2倍程度重かった。また, 上限数の10塊を採集できたのは, 2018年は3月以降であったが, 2019年は2月以降であった。

流れ藻から15種の海藻・海草類を確認した (Table 1)。主な海藻・海草は, アカモク (調査期間全体での

Table 1 List of species of drifting seaweeds collected by a scoop net off Kagawa Prefecture in the Seto Inland Sea from June 2017 to June 2019

Species	Wet weight (kg)			Month of capture
	Total	%	Rank	
<i>Codium fragile</i>	1.2	0.3		May, Jul, Aug, Oct
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	0.7	0.2		Apr, May
<i>Chorda filum</i>	5.1	1.5		Apr–Jun
<i>Myagropsis myagroides</i>	0.1	0.02		Dec
<i>Hizikia fusiformis</i>	33.2	10.0	4	Feb, Apr–Aug
<i>Sargassum fulvellum</i>	15.6	4.7	5	Jan–May, Sep–Dec
<i>S. horneri</i>	127.2	38.4	1	Jan–Jul, Nov, Dec
<i>S. filicinum</i>	1.1	0.3		Jun, Jul
<i>S. muticum</i>	42.5	12.8	3	Feb–Jul, Dec
<i>S. patens</i>	1.0	0.3		May, Jun, Oct, Nov
<i>S. piluliferum</i>	1.0	0.3		May, Jun, Sep
<i>S. siliquastrum</i>	1.5	0.4		May, Jun, Oct
<i>S. macrocarpum</i>	1.0	0.3		Mar, May, Aug, Sep, Dec
<i>S. thunbergii</i>	0.3	0.1		May, Jun
<i>Zostera marina</i>	88.6	26.7	2	Feb–Dec
Other materials*	8.9	2.7		Apr, Jul, Sep, Oct
Total	328.9			

* Land grass, piece of wood, plastic, foam polystyrene, rope

Fig. 2 Seasonal change in surface water temperature in the sampling area from June 2017 to June 2019.

Fig. 3 Seasonal changes in mean wet weight of a clump (top: column), the number of clumps collected in each month (top: solid circle), and species composition by the wet weight (bottom) of drifting seaweeds. These samples were collected by a scoop net in the sampling area from June 2017 to June 2019. Vertical bars on the columns in the top panel indicate standard deviation. SH, *Sargassum horneri*; SF, *S. fulvellum*; SM, *S. muticum*; HF, *Hizikia fusiformis*; ZM, *Zostera marina*; OS, Other seaweeds; OT, other materials (land grass, piece of wood, plastic, foam polystyrene, rope).

採集重量 127.17 kg; 重量割合 38.4%), アマモ (88.59 kg; 26.7%), タマハハキモク *S. muticum* (42.51 kg; 12.8%), ヒジキ (33.15 kg; 10.0%), ホンダワラ *S. fulvellum* (15.60 kg; 4.7%) であり, 上位 5 種で流れ藻全重量の 92.6% を占めていた。海藻・海草類以外の採集重量は 8.88 kg であり, それらの種類は, 陸上植物, 木片, プラスチック, 発泡スチロール, ロープなどであった。特に 2018 年 7 月は西日本豪雨による影響のため, 陸上植物や人工物が多く浮遊し, その月の採集物全体の 78.3% を占めていた。構成種の季節変動をみると, 2017 年 6 月から 11 月にかけてアマモが多く, その後, 2018 年 1 月から 4 月にかけてアカモクとタマハハキモクが主な構成種となった (Fig. 3)。2018 年 5 月から 10 月には再びアマモ, 11 月から 2019 年 3 月にはアカモクとホンダワラ, 4, 5 月にはアカモクとタマハハキモク, 6 月にヒジキとアマモが主な構成種となった。

調査期間を通じて流れ藻に随伴する魚類を合計 24 種 6,053 個体採集した (Table 2)。優占種上位 7 種は採集個体数がそれぞれ 100 個体以上あったが, 残り 17 種の種ごとの採集個体数は 19 個体以下であった。優占種と

その個体数割合は多かった順にアミメハギ (54.7%), シロメバル (21.7%), クロメバル (11.0%), ニジギンポ *Petroscirtes breviceps* (4.4%), クロソイ (2.8%), ヨウジウオ (2.2%), ウマヅラハギ (1.7%) であった。優占種の全長範囲 (平均) は, アミメハギでは 5.0–33.8 (11.4) mm, シロメバルでは 22.8–69.8 (40.9) mm, クロメバルでは 25.8–64.4 (50.2) mm, ニジギンポでは 14.3–68.4 (25.5) mm, クロソイでは 18.6–69.7 (37.2) mm, ヨウジウオでは 43.3–142.5 (84.3) mm, ウマヅラハギでは 12.0–68.5 (35.0) mm であった。クロメバルとシロメバルの体表や胸鰭の色彩には明瞭な差は認められなかったが, クロメバルに比べてシロメバルの方が体側の暗色横帯のコントラストがはっきりした個体が多く, 大部分のクロメバルは胸鰭の基底部分が赤茶からこげ茶色の薄い着色があった。

魚類が採集されなかった 2017 年 12 月, 2018 年 1, 2 月, 2019 年 1 月を除くと, 随伴魚類の個体密度は 0.1–209.0 個体/kg の範囲となった。季節変動をみると, 一般的に冬 (1–3 月) に低く, シロメバルとクロメバルが優占する春 (5, 6 月) にやや高くなり, 再び夏に低く

Table 2 Fishes associated with drifting seaweeds collected by a scoop net off Kagawa Prefecture in the Seto Inland Sea from June 2017 to June 2019

Species	No. of individuals		Month of capture	Total length (mm)			
	Total	Rank		Mean	SD	Min	Max
<i>Syngnathus schlegeli</i>	133	6	Mar–Nov	84.3	17.0	43.3	142.5
<i>Hippocampus mohnikei</i>	4		Jul–Sep	—			
<i>Cypselurus agoo</i>	1		Jun	22.2			
<i>Sebastiscus marmoratus</i>	2		Jun	23.9	2.7	21.1	26.6
<i>Sebastes schlegelii</i>	170	5	May, Jun	37.2	8.9	18.6	69.7
<i>S. ventriosus</i>	663	3	May, Jun	50.2	7.9	25.8	64.4
<i>S. cheni</i>	1,314	2	Feb–Jun	40.9	9.5	22.8	69.8
<i>S. pachycephalus</i>	5		May	20.5	1.8	18.4	23.0
<i>Apogon semilineatus</i>	1		Jul	32.8			
<i>Seriola quinqueradiata</i>	10		Apr–Jun	52.9	12.7	36.1	83.3
<i>Lobotes surinamensis</i>	3		Aug–Sep	63.7	14.9	50.9	84.6
<i>Acanthopagrus latus</i>	6		Nov	16.4	0.6	15.5	17.3
<i>Chromis notatus</i>	1		Jul	22.3			
<i>Oplegnathus fasciatus</i>	1		Jul	23.8			
<i>Girella punctata</i>	2		Jun, Aug	69.3	21.7	47.6	91.0
<i>Hexagrammos agrammus</i>	11	10	Feb–Apr	48.5	9.8	39.3	77.4
<i>Pholis nebulosa</i>	3		Jun	105.5	23.3	78.0	135.0
<i>Parablennius yatabei</i>	7		Jun, Oct	20.4	5.0	17.5	32.5
<i>Enchelyurus kraussii</i>	1		May	19.4			
<i>Petroscirtes breviceps</i>	264	4	Aug–Dec	25.5	6.1	14.3	68.4
<i>Rudarius ercodes</i>	3,314	1	Jul–Dec	11.4	4.6	5.0	33.8
<i>Thamnaconus modestus</i>	103	7	Jun, Jul	35.0	13.6	12.0	68.5
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>	15	9	Jul–Sep	30.3	26.2	17.2	126.5
<i>Takifugu pardalis</i>	19	8	Jun	23.8	2.9	17.3	28.6
Total	6,053

Fig. 4 Seasonal changes in fish density in and around drifting seaweed (number of collected fish per kilogram of drifting seaweed: columns in the top panel), number of fish species in and around drifting seaweed (solid circles in the top panel) and species composition by fish individuals which were collected together with drifting seaweed (the bottom panel) in the sampling area from June 2017 to June 2019. RE, *Rudarius ercodes*; SES, *Sebastes schlegelii*; SEV, *Sebastes ventricosus*; SEC, *Sebastes cheni*; SC, *Stephanolepis cirrhifer*; PB, *Petroscirtes breviceps*; TM, *Thamnaconus modestus*; SS, *Syngnathus schlegelii*; OT, others.

なり, アミメハギが優占する秋(9-11月)に高くなる傾向が認められたが, その密度や高密度となった月是一年によって異なった (Fig. 4)。5月と6月の密度は, 2018年がそれぞれ43.5と31.2個体/kgに対して, 2019年が2.4と3.3個体/kgとなり, 2018年の密度が10倍以上高かった。2017年は9, 10, 11月にそれぞれ209.0, 168.3, 19.6個体/kgと9月が最も高い値となったが, 2018年の同じ月には115.8, 113.7, 156.6個体/kgと11月が最も高い値となった。魚類の出現種数は, 魚類が採集されなかった月を除くと, 1-11種となり, 冬から春(6月)にかけて増加し, 夏と秋にかけて減少した。

優占種の季節変動をみると, アミメハギは7-12月, シロメバルは2-6月, クロメバルとクロソイは5, 6月, ウマヅラハギとカワハギは6, 7月に優占することが多く, 出現に季節傾向がみられた (Fig. 4)。一方, ヨウジウオは, 2017年6月, 11月, 2018年3月, 8月, 2019年3月, ニジギンボは, 2018年3月, 4月, 7月, 12月, 2019年2月, 3月, 6月に優占し, 特定の季節にだけ増加するような傾向は認められなかった。

クロメバル, シロメバルともに流れ藻の重量が増加傾向となる時期に出現した (Fig. 5)。クロメバルは2018年と2019年でそれぞれ5月と4月に最初に採集され,

Fig. 5 Monthly changes in mean wet weight of a clump of seaweed and densities of *Sebastes ventricosus* and *S. cheni* in and around drifting seaweed in 2018 and 2019. The density refers to the number of fish per kg of drifting seaweed. Note the different scales of the vertical axes.

Fig. 6 Monthly changes in total length of *Sebastes ventricosus* (left) and *S. cheni* (right) in and around drifting seaweed in 2018 (top) and in 2019 (bottom). The solid triangles indicate mean total length of fish species in each month. Note the different scales of the vertical axes.

一方、シロメバルは2018年と2019年でそれぞれ3月と2月に最初に採集された (Figs. 5 and 6)。その後、両種ともに採集個体数は増加し、クロメバルの採集個体数は2018年と2019年でそれぞれ6月と5月に最も多く、シロメバルについては2018年と2019年でそれぞれ5月と4月に最も多かった (Fig. 6)。クロメバルの密度のピークは2018年と2019年でそれぞれ6月と5月、シロメバルでは2018年と2019年でそれぞれ5月と4月となった (Fig. 5)。流れ藻の重量が増加しているにもかかわらず、密度は、採集個体数と同じような季節変動となり、流れ藻の増加より両種の個体数増加の方が大きいことが示された。

クロメバルの2018年と2019年の密度の最高値はそれぞれ19.1と0.6個体/kg、シロメバルについては35.4と8.7個体/kgとなり、両種ともに2019年より2018年の密度の方が高かった (Fig. 5)。また、クロメバルの2018年と2019年の豊度の最高値はそれぞれ50.4と3.6個体/塊、シロメバルについては55.9と46.0個体/塊となり、密度と同じく両種ともに2019年より2018年の豊度の方が高かった。

2018年と2019年ともにシロメバルの方がクロメバルより2か月早く採集され始めた (Fig. 6)。さらに、密度が最も高くなった月もクロメバルに比べ、シロメバルの方が1か月早かった (Fig. 5)。クロメバルとシロメバルの全長組成の月別変動を Fig. 6 に示す。両年ともに両種は全長25–30 mmから採集され始め、65 mm以上になるとほとんど採集されなかった。両年ともに両種の平均全長は月を追うごとに大きくなっていった。同月の両種の平均全長を比較するとクロメバルに比べ、シロメバルの方が大きかった。

考 察

本研究において、流れ藻の主な構成種、随伴する魚類の構成種や種数は年によって大きな変動は観察されなかったが、流れ藻の1塊あたりの平均重量や随伴魚類の密度には年変動が認められた。これまでの調査 (島根県隠岐島近海¹³⁾や神奈川県相模湾,^{7,28)} 高知県土佐湾,²⁹⁾ 福岡県筑前海³⁰⁾)においても、流れ藻の構成種や随伴魚類の種数について、年による大きな変化は観察されなかった。一方、流れ藻の重量や魚類の密度の年変動につ

いては、隠岐島近海¹³⁾や相模湾,^{28,31)} 南三陸海域,²¹⁾ 筑前海³⁰⁾でも同様に観察されている。これらのことから、流れ藻の調査において、流れ藻の構成種や魚類の種数と季節変動といった定性的な事項については単年の調査で概観できるが、流れ藻の1塊あたりの重量や随伴魚類の密度といった定量的な評価の場合には、母集団の推定に必要なサンプル数や年変動の問題を考慮する必要がある、今後の課題である。

2018年に比べて、2019年は上限数の流れ藻を採集できた月が多く、1塊あたりの平均重量も重かった。香川県水産試験場における藻場調査によると(未発表)、2017年は春から夏にかけての藻場面積が例年より小さいことに加え、秋にアイゴ *Siganus fuscescens* の食害によって、藻場面積がより小さくなっていた。また、さぬき市津田地先の藻場の主構成種がガラモ(2015年春)からワカメや小型海藻類(2017年春)に代わっていた。一方、2018年は秋に一部のアマモ場でアイゴによる食害が観察されたものの、ガラモ場では観察されなかった。瀬戸内海中央部における流れ藻の標識放流調査では流れ藻が大きく移動しないことが報告されており、¹¹⁾ 今回採集された流れ藻の供給源は香川県沿岸域の藻場であると考えられる。このようなことから、流れ藻の出現傾向は香川県沿岸域の藻場の繁茂状況を反映しているようである。

本研究において、流れ藻の1塊あたりの平均重量は年によって変動がみられたものの、流れ藻の出現や主な構成種の季節変動には次のような規則性が認められた。晩秋(12月)から春(5月)にかけて、アカモク、タマハハキモク、ホンダワラを中心にしたホンダワラ類の流れ藻の塊が月を追うごとに大きくなるが、初夏(7月)になるとホンダワラ類の流れ藻がほとんどなくなり、その代わりに1塊あたり1kg以下の小さなアマモの流れ藻が晩秋まで主体となる。このような出現傾向は、1997–1998年に瀬戸内海で行われた流れ藻調査でもほぼ同じであった。^{10,20)} 瀬戸内海では、高度経済成長期には沿岸域開発と水質汚濁によって多くの藻場が失われたが、近年、水質改善の影響もあり、外海沿岸域のような大規模な藻場の消失や衰退は報告されていない。³²⁾ この20年間で藻場の状況に大きな変化がなかったことから、流れ藻の出現傾向にも変化がなかったものと推察される。

流れ藻に随伴する主な魚類は、アミメハギ、シロメバル、クロメバル、ニジギンポ、クロソイ、ヨウジウオ、ウマヅラハギであった。1997–1998年の瀬戸内海における調査¹⁰⁾の優占種はクロソイ(調査期間を通じた個体数割合:37.1%)、アミメハギ(21.4%)、ヨウジウオ(14.0%)、メバル複合種群(10.2%)、ウマヅラハギ(7.9%)、クジメ *Hexagrammos agrammus* (2.8%)、ギ

ンポ(2.2%)、ニジギンポ(1.6%)であり、優占種に交代は認められない。一方、棚野ら³³⁾は瀬戸内海中央部の流れ藻調査における4月から8月までの随伴魚類の出現状況を1997–1998年と1962–1963年で比較し、1960年代から1990年代にかけて、タケノコメバル *S. oblongus* からクロソイに魚種交代が生じており、これが成魚の漁獲状況と一致していることを報告した。今回、タケノコメバルは、流随伴魚類として採集されなかった。香川県では2004年から放流対象種として種苗生産したタケノコメバルの稚魚を毎年数万個体放流しており、漁獲量は増加傾向にある。³⁴⁾ しかし、その漁獲量は、メバル複合種群の漁獲量に比べて少ない(香川県水産試験場、未発表)。現状ではクロソイからタケノコメバルに魚種交代が生じるほどタケノコメバルの資源量が増加していないことが伺える。

瀬戸内海中央部にはメバル複合種群の3種すべてが分布する。^{14,15)} 今回の流れ藻調査では、シロメバルとクロメバルの稚魚は採集されたが、アカメバルの稚魚は採集されなかった。これまでの瀬戸内海の藻場調査において、アマモ場¹⁷⁾では3種の稚魚が採集されたが、アマモ・ガラモ混合藻場³⁵⁾とガラモ場³⁶⁾ではシロメバル稚魚のみが採集された。また、飼育実験³⁷⁾によると、アカメバルは底層に分布し、さらに基質依存性も強い傾向があった一方、クロメバルは底層を好むものの、アカメバルに比べて上中層にも分布する傾向が観察された。これらのことから、メバル複合種群稚魚における流れ藻の利用の違いは、藻場における密度や遊泳水深・基質依存性などの生態的な行動の違いが影響しているものと考えられる。

本研究では、流れ藻の大きさや数が増加する春から初夏にかけて、クロメバルとシロメバルが流れ藻に随伴し始め、その採集個体数や密度が増加したことから、両種が流れ藻に加入していることが示唆された。今後は、流れ藻と藻場に生息する稚魚の成長速度や肥満度を比較し、流れ藻がこれらの魚種の成育場としてどの程度貢献しているか評価することが望まれる。また、2018年、2019年ともに、シロメバルはクロメバルより早くから随伴魚類として採集され、同月の平均全長もシロメバルの方がクロメバルより大きい傾向にあった。この出現時期・サイズの違いは、種による産仔時期や成長速度などの違いによって引き起こされたものと考えられる。メバル複合種群の稚魚は耳石によるふ化日や成長速度の推定が可能である。^{38,39)} 今後、成長速度や流れ藻への加入する日齢などの種間比較が必要であろう。

秋(9–11月)にはアマモ主体の小さな流れ藻が主体となり、随伴魚類としてアミメハギが優占し、密度が高くなる傾向が認められた。アミメハギは、浮遊仔稚魚調査では採集されないことから、⁴⁰⁾ 流れ藻などの構造物の

ない沖合海面には生息せず、アマモ場で特に高密度に分布し、¹⁷⁾ ガラモ場にも生息していることが知られている。^{17,36)} そのため、秋のアミメハギは、アマモ場由来と考えられ、アマモ場からアマモ脱落とともに一緒に移動しているものと推察される。

本研究と1997-1998年の調査^{10,20)}を比較したところ、瀬戸内海において流れ藻の出現傾向や随伴魚類には大きな変化は認められなかった。しかしながら、瀬戸内海の海洋環境は海水温の上昇傾向や栄養塩の減少など大きく変化している。²²⁾ 現状では藻場の大きな変化は認められていないものの、藻場への影響をもたらす水温の閾値を超えた場合には急激に外洋域のような磯焼けが起こる可能性が示されている。^{32,41)} また、温暖化による暖海魚の出現・急増といった魚類相の変化の報告⁴²⁾やシロメバルの産卵期や成長速度の変化が予想⁴³⁾されている。今後、海洋環境の変化による流れ藻や随伴魚類の構成種に大きな変化が起こることが想定されるが、これまでの瀬戸内海中央部の調査^{10,20)}や今回の流れ藻調査は、生態系に起こった変化をより詳細に考察するために貴重な資料となるだろう。

謝 辞

本研究を行うにあたり、有益なご助言と船舶運航のご配慮を頂いた香川大学瀬戸内圏研究センター長の多田邦尚教授、サンプリングにご協力頂いた香川県水産試験場の職員の皆様、本論文に有益なコメントをして頂いた2名の査読者に心より感謝申し上げます。

文 献

- 吉田忠生. 流れ藻の分布と移動に関する研究. 東北海区水産研究所研究報告 1963; **23**: 141-186.
- Kawaguchi T. Studies on the spawning of the saury *Cololabis saira* (BREVOORT) in adjacent water to Oki Islands-I, the Spawning of the northward migrating saury in the spring of 1962. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1965; **31**: 799-803 (in Japanese with English abstract).
- 千田哲資. 瀬戸内海におけるサヨリの産卵. 日本生態学会誌 1966; **16**: 165-169.
- 池原宏二. 佐渡海峡水域の流れ藻に付随する魚卵, 稚魚. 日本海区水産研究所研究報告 1977; **28**: 17-28.
- 山本昌幸, 棚野元秀. 瀬戸内海中央部における海上整備船が除去する稚魚とサヨリ卵. 水産増殖 2003; **51**: 337-342.
- Uchida K, Shojima Y. Studies on the larvae and juveniles of fishes accompanying floating algae-I, research in the vicinity of Tsuyazaki, during Mar., 1957-Mar., 1958. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1958; **24**: 411-415 (in Japanese with English abstract).
- 広崎芳次. 流れ藻につく魚類の生態学的研究Ⅱ. 資源科学研究所集報 1963; **61**: 77-84.
- Safran P, Omori M. Some ecological observations on fishes associated with drifting seaweed off Tohoku coast, Japan. *Mar. Biol.* 1990; **105**: 395-402.
- Kingsford MJ. Drift algae: a contribution to near-shore habit complexity in the pelagic environment and an attractant for fish. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 1995; **116**: 297-301.
- Yamamoto M, Tochino M, Fujiwara M, Yamaga K. Juvenile fishes associated with floating seaweeds in the central Seto Inland Sea, Japan. *Nippon Suisan Gakkaishi* 2002; **68**: 362-367 (in Japanese with English abstract).
- 千田哲資. 「流れ藻の水産的効用」日本水産資源保護協会, 東京. 1965.
- Ida H, Hiyama Y, Kusaka T. Study on fish gathering around floating seaweed I, abundance and species composition. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1967; **10**: 923-936.
- 千田哲資. 隠岐島近海の初夏の流れ藻とそれに伴う幼稚魚の研究. 生理生態 1962; **10**: 68-78.
- Kai Y, Nakabo T. Taxonomic review of the *Sebastes inermis* species complex (Scorpaeniformes: Scorpaenidae). *Ichthyol. Res.* 2008; **55**: 238-259.
- Kamimura Y, Kawane M, Hamaguchi M, Shoji J. Age and growth of three rockfish species, *Sebastes inermis*, *S. ventriosus* and *S. cheni*, in the central Seto Inland Sea, Japan. *Ichthyol. Res.* 2014; **61**: 108-114.
- 明田勝章, 淀 太我, 甲斐嘉晃, 吉岡 基. 若狭湾西部海域におけるメバル複合種群の食性比較. 水産増殖 2012; **60**: 207-214.
- Mohri K, Kamimura Y, Mizuno K, Kinoshita H, Toshito S, Shoji J. Seasonal changes in the fish assemblage in a seagrass bed in the central Seto Inland Sea. *Aquacul. Sci.* 2013; **61**: 215-220.
- 藤原宗弘. 瀬戸内海に設置した藻礁の10年間. 「藻場を見守り育てる知恵と技術」(藤田大介, 村瀬 昇, 桑原久実編) 成山堂書店, 東京 2010; 157-161.
- 藤原宗弘. 瀬戸内海浅海域におけるアマモ場造成技術に関する研究. 香川県水産試験場研究報告 2013; **14**: 1-51.
- 山本昌幸, 藤原宗弘, 山賀賢一, 棚野元秀. 瀬戸内海中央部における流れ藻の構成種. 水産増殖 2002; **50**: 375-376.
- Kokita T, Omori M. Early life history traits of the gold-eye rockfish, *Sebastes thompsoni*, in relation to successful utilization of drifting seaweed. *Mar. Biol.* 1998; **132**: 579-589.
- 阿保勝之, 秋山 諭, 原田和弘, 中地良樹, 林 浩志, 村田憲一, 和西昭仁, 石川陽子, 益井敏光, 西川 智, 山田京平, 野田 誠, 徳光俊二. 瀬戸内海における栄養塩濃度等の水質変化とその要因. 沿岸海洋研究 2018; **55**: 101-111.
- Enomoto S, Yoshida T, Masuda M, Kawai H. *The marine benthic algae of Seto Inland Sea, Japan*. Kobe University Research Center for Inland Seas, Kobe, 1996.
- 千原光雄. 「学研生物図鑑 海藻」学習研究社, 東京, 1983.
- 中坊徹次編. 「日本産魚類検索, 全種の同定 (第三版)」東海大学出版会, 秦野. 2013.
- 沖山宗雄編. 「日本産稚魚図鑑 (第二版)」東海大学出版会, 秦野. 2014.
- Nagasawa T, Yamashita Y, Yamada H. Early life history of mebaru, *Setastes inermis* (Scorpaenidae), in Sendai Bay, Japan. *Ichthyol. Res.* 2000; **47**: 231-241.
- 広崎芳次. 流れ藻につく魚類の生態学的研究Ⅳ. 資源科学研究所集報 1964; **63**: 1-8.
- 大野正夫. 土佐湾沖の流れ藻の藻類学的研究. 日本水産学会誌 1984; **50**: 1653-1656.
- Nishida T, Matsunaga A, Onikura N, Oikawa S, Nakazono A. Fish fauna associated with drifting seaweeds in the Chikuzen Sea, Northern Kyushu, Japan.

- Fish. Sci.* 2008; **74**: 285–292.
- 31) 広崎芳次. 流れ藻につく魚類の生態学的研究 V. 資源科学研究所彙報 1965; **64**: 20–29.
 - 32) 吉田吾郎. 気候変動とその藻場への影響, 瀬戸内海からみた“迫りくる脅威”. 海洋と生物 2018; **40**: 203–209.
 - 33) Tochino M, Yamamoto M, Yamaga K, Fujiwara M. Replacement of fish species from *Sebastes oblongus* to *Sebastes schlegeli*, confirmed by the change of the appearance juveniles associated with floating seaweeds in the central Seto Inland Sea, Japan. *Nippon Suisan Gakkaishi* 2003; **69**: 805–807 (in Japanese with English abstract).
 - 34) 香川県水産課・香川県水産試験場. 香川県の栽培漁業の現状と今後 (レポート). 香川県, 高松.
 - 35) Kamimura Y, Shoji J. Seasonal changes in the fish assemblage in a mixed vegetation area of seagrass and macroalgae in the central Seto Inland Sea. *Aquaculture Sci.* 2009; **57**: 233–241.
 - 36) 平井香太郎, 上村泰洋, 岩本有司, 森田拓真, 小路淳. 瀬戸内海中央部のガラモ場とそれに隣接する砂浜における魚類群集の定量比較. 生物圏科学: 広島大学大学院生物圏科学研究科紀要 2009; **48**: 1–7.
 - 37) 工藤孝也. アカメバルとクロメバルで見られた分布および行動の種間差, 蓄養に向けての行動特性の把握. 水産と海洋 2012; **22**: 3.
 - 38) Kamimura Y, Kasai A, Shoji J. Production and prey source of juvenile black rockfish *Sebastes cheni* in a seagrass and macroalgal bed in the Seto Inland Sea, Japan: estimation of the economic value of a nursery. *Aqua. Ecol.* 2011; **45**: 367–376.
 - 39) Ruano M, Goncalves AT, Yamakawa T, Aoki I. Early life history of the rockfish *Sebastes inermis* inferred from otolith microstructure and nutritional condition assessment in two temperate bays, central Japan. *La mer* 2013; **51**: 31–47.
 - 40) Shoji J, Maehara T, Takechi A, Tanigawa T, Murata N, Tanaka M. Larval fishes collected in Hiuchi-Nada, the central Seto Inland Sea, Japan. *Nippon Suisan Gakkaishi* 2002; **68**: 805–807 (in Japanese with English abstract).
 - 41) 島袋寛盛, 吉田吾郎, 加藤亜記, 郭 新宇. 今後 100 年間に生じる水温と藻場生態系の変遷を予測する. 海洋と生物 2018; **40**: 233–242.
 - 42) Shigeta T. Recent ecological problems of the fishes in the Seto Inland Sea, Japan. *Nippon Suisan Gakkaishi* 2008; **74**: 868–872 (in Japanese).
 - 43) Shoji J, Toshito S, Mizuno K, Kamimura Y, Hori M, Hirakawa K. Possible effects of global warming on fish recruitment: shifts in spawning season and latitudinal distribution can alter growth of fish early life stages through changes in daylength. *ICES J. Mar. Sci.* 2011; **68**: 1165–1169.