

論文 Article

褐藻類アカモクの着生状態と流れ藻の間の動物群集の比較

近藤裕介¹・村井太軌¹・平野勝士¹・富川 光²・
下村通誉³・岩崎貞治¹・大塚 攻¹

Comparison of animal communities on benthic and drifting brown algae *Sargassum horneri* in the Seto Inland Sea, Japan

KONDO Yusuke¹, MURAI Taiki¹, HIRANO Katsushi¹, TOMIKAWA Ko²,
SHIMOMURA Michitaka³, IWASAKI Sadaharu¹ and OHTSUKA Susumu¹

要旨：2018年5月、6月に広島県竹原市周辺海域にて着生している状態および流れ藻のアカモクを採集し、動物群集相の比較を行った。着生状態および流れ藻ともにソコムジンコ目カイアシ類、端脚類、等脚類、多毛類などがアカモク上で生息していることがわかった。Hornの重複度指数を用いて、月別の着生状態と流れ藻につく動物群集組成を比較したところ、6月の流れ藻における動物群集組成がほかと大きく異なることが明らかとなった。

キーワード：アカモク、瀬戸内海、流れ藻、ニホンコツブムシ、Hornの重複度指数

Abstract: In May and June 2018, we collected both benthic and drifting large brown algae *Sargassum horneri* on the coast of Takehara City, Hiroshima Prefecture, Japan. The animal communities on benthic and drifting thalli were compared. Phytal animals such as harpacticoid copepods, amphipods, isopods, and polychaetes were predominantly found on both thalli. The Horn's overlap index showed that the animal communities on drifting thalli in June 2018 were clearly different from those of the benthic thalli.

Keywords: *Cymodoce japonica*, Drifting thalli, Horn's overlap index, *Sargassum horneri*, Seto Inland Sea,

I. 緒言

アカモク *Sargassum horneri* (Turner) C. Agardh, 1820 を含む岩礁などに着生したホンダワラ類の群生地はガラモ場と呼ばれ、多様な生物が利用している（今田ほか, 1981; 八谷ほか, 2008; 櫻井ほか, 2009）。布施（1962）はガラモ場における生物群集の調査を行い、葉上動物としてサンゴタツ *Hippocampus mohnikei* Bleeker, 1853 やギンポ *Pholis nebulosa* (Temminck and Schlegel, 1845) などの魚類、棘皮動物、モエビ類、ヨコエビ類、ワレカラ類、アミ類、貝類などを報告している。また、ガラモ場を生息場所とするクジメ *Hexagrammos agrammus* (Temminck and Schlegel, 1843)、アサヒアナハゼ *Pseudoblennius cottoides* (Richardson, 1848)、アミメハギ *Rudarius ercodes* Jordan and Fowler, 1902 などの魚類は葉上性のヨコエビ

類、ワレカラ類を主な餌としている（布施, 1962）。向井（1976）は海藻類の葉上に生息する貝類シマハマツボ *Alaba picta* (A. Adams, 1861)、ノミニナモドキ *Zafra mitriformis* A. Adams, 1860 の生活史がノコギリモク *Sargassum macrocarpum* C. Agardh, 1820 の成長、枯死、流出と密接に関係していることを明らかにした。

流れ藻とはもともと海底の基質に生えていたホンダワラ類や砂泥底に生えていたアマモ類などの海藻・海草が内外的要因によって海底より剥離し、海面を漂流しているものを指す（吉田, 1963）。流れ藻はサンマ *Cololabis saira* (Brevoort, 1856) やサヨリ *Hyporhamphus sajori* (Temminck and Schlegel, 1846) などダツ目魚類の産卵基質になっているほか、ブリ *Seriola quinqueradiata* Temminck and Schlegel, 1845 やマアジ *Trachurus japonicus* (Temminck and Schlegel,

1 広島大学大学院統合生命科学研究科附属瀬戸内圏フィールド科学教育研究センター竹原ステーション：Takehara Marine Science Station, Setouchi Field Center, Graduate School of Integrated Sciences for Life, Hiroshima University

2 広島大学大学院教育学研究科：Graduate School of Education, Hiroshima University

3 京都大学フィールド科学教育研究センター：Field Science Education and Research Center, Kyoto University

1844) など日本の水産資源上きわめて重要な魚類が仔稚魚期に流れ藻に随伴して、捕食者からの隠れ場所として利用されている (千田, 2004)。また、魚類以外では、カイアシ類やヨコエビ類などの節足動物、巻貝類、コケムシ類、ヒドロ虫類、多毛類などの生息場所となる (安部ほか, 2015)。それらは流れ藻に完全に固着する、流れ藻上を匍匐する、周りを浮遊もしくは遊泳するなど様々な形で流れ藻と共に生活している (広崎, 1964)。これらの動物は流れ藻に随伴する仔稚魚に餌としても利用されており (池原, 2006)、流れ藻は仔稚魚類の生育場として非常に重要である。

日本沿岸域において流れ藻を構成する海藻・海草類は12属40種にもものぼるが、大部分はホンダワラ属およびその近縁属によって構成されている (吉田, 1963)。瀬戸内海における流れ藻はアカモク、ヒジキ *Sargassum fusiforme* (Harvey) Setchell, 1931, ヨレモク *Sargassum siliquastrum* (Mertens ex Turner) C. Agardh, 1820, シダモク *Sargassum filicinum* Harvey, 1860, タマハハキモク *Sargassum muticum* (Yendo) Fensholt, 1955, アマモ *Zostera marina* Linnaeus, 1753, が主要な構成種として報告されている (山本ほか, 2002; 山岸ほか, 2014)。山本ほか (2002) によると瀬戸内海における流れ藻の構成種相には季節的な変化がみられ、冬から初夏にかけてはアカモク、タマハハキモク、ヒジキ、夏はアマモ、秋にはヨレモクが主要な構成種となっている。流れ藻を構成する主要な藻類の1つであるアカモクは低潮線付近から潮下帯にかけて生育する1年生の大型褐藻類である (今村, 2008)。瀬戸内海においては春季に成熟する個体群と秋季に成熟する個体群の2つの個体群が存在する (Yoshida et al., 2004)。春季に成熟する個体群では冬季から夏季にかけて繁茂し、5月ごろに最大高になるとされる (今村, 2008; 加藤・城内, 2016)。伸長しきったアカモクは4~5月ごろに成熟するとともに全体が枯死しはじめ、その後、流出して6月ごろまで流れ藻となる (寺脇, 1993; 田中・中村, 2004; 山岸ほか, 2014)。一方、秋季に成熟する個体群では7月ごろに藻体全長約5 cmの幼体が出現し、9月下旬には全長が2 m以上になるまで成長したのも見られる (奥田, 1987)。その後、10月下旬から翌年の1月にかけて卵放出が行われたのちに枯死していく (奥田, 1987; Yoshida et al., 2001)。

着生状態、流れ藻にかかわらず、ホンダワラ類の表面やその周りには多くの生物にとって非常に重要な生息場であるといえる。これまで、着生状態および流れ藻のホンダワラ類につく動物群集についてはそれぞれ個

別に研究が行われており、両者の経時的な変化を比較した研究はほとんどない。本研究では瀬戸内海の流れ藻の主要構成種であるアカモクに焦点を当て、着生した状態と流れ藻になった状態で動物群集がどのように変化するのか調査を行った。

II. 材料と方法

海底に着生状態のアカモク (以後、着生アカモクと呼ぶ) は2018年5月15日および6月17日の昼間の干潮時、広島県竹原市沿岸 (34°19'33" N, 132°55'24" E) (図1) の潮下帯 (水深約0.5 m) にて簡易プランクトンネット (直径: 30 cm, 目合い: 100 μm) をアカモクにつく動物を逃がさないよう覆いかぶせ、仮根を切断して株全体の採集を行った。試料は5月、6月それぞれ5株ずつ得た。流れ藻の採集は大崎上島町生野島沖合にて2018年5月10日 (34°17'47" - 34°17'50" N, 132°55'40" - 132°55'41" E) および6月29日 (34°17'12" - 34°18'11" N, 132°55'18" - 132°56'04" E) に行った (図1)。船でアカモクが主構成種となっている流れ藻に近づき、塊となっている流れ藻全体がNORPACプランクトンネット (直径: 47 cm, 目合い: 100 μm) に入るように十分に注意して船上にすくい上げた。流れ藻は5月、6月にそれぞれ4塊ずつ採集した。流れ藻および着生状態のアカモクはいずれも実験室に持ち帰り、ポリバケツに入った濾過海水中でもみ洗いをして動物をふるい落とし、もみ洗った後の濾過海水は目合い100 μmの簡易プランクトンネットを用いてろ過し、動物を回収した。本実験を行うにあたり、事前にアカモクと同属であるヒジキを用いて、もみ洗いによるヒジキにつく動物の回収率を調査したところ、3回のもみ洗いで全個体数の99%以上が回収されていること明らかとなったため、アカモクでもこの作業を3回繰り返した。回収した生物は5%中性ホルマリン海水で固定し、実

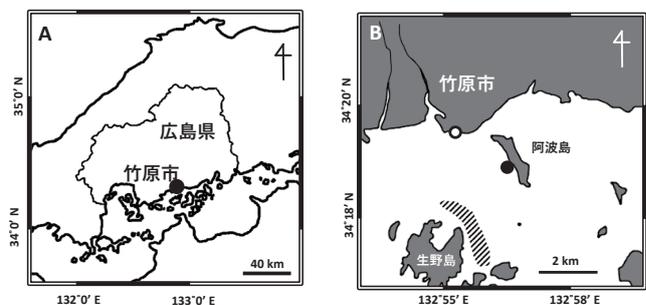


図1 着生アカモクと流れ藻の採集場所。(A) 広島県竹原市;(B) 採集地の拡大図。

○: 着生アカモクの採集場所; ▨: 流れ藻の採集場所; ●: 水温、塩分の測定場所を示す。

体顕微鏡 (SZX7, オリパス株式会社) を用いて少なくとも目までの同定を行った。大型の端脚類, 等脚類, エビ類, 多毛類などは全個体数を計測し, それ以外の生物については Folsom 法によるプランクトン標本分割器 (離合社) を用いて分割したプランクトン標本の個体数を計測し, 全個体数を算出した。

もみ洗いした後の着生アカモクおよび流れ藻は電子天秤 (PB602-S, Mettler Toledo International Inc.) にて株あるいは塊ごとの湿重量を測定し, 海水を入れたメスシリンダーに藻体を入れる方法で体積の測定を行った。大型の株や塊については藻体をいくつかに切断して個々に測定を行った後, 合計を算出した。採集した流れ藻についてはアカモク以外の藻類も含まれていたため, 流れ藻におけるアカモクの占める体積の割合も算出した。

得られたデータをもとに5月, 6月の着生アカモクおよび流れ藻上での 100 cm^3 当たりの総個体数を算出し, R software (version 3.5.0) を用いて Steel-Dwass Test により平均総個体数の比較を行った。また, 類似度指数計算マクロ (<http://www.tkaqua.com/oyakudachi.html>) を用いて, 各サンプル間の Horn の重複度指数を求め, デンドログラムを作成した。

アカモクの採集日の直近の2018年5月10日および6月27日に, 環境調査として竹原市阿波島沖合 ($34^{\circ}18'58'' \text{ N}$, $132^{\circ}56'34'' \text{ E}$) にて直読式水温塩分計 (ACTD-S, JFE アドバンテック株式会社) を用いて水温, 塩分の測定を行った (図1)。

Ⅲ. 結果と考察

2018年5月, 6月の水温, 塩分はそれぞれ 14.6°C , 33.0 および 20.0°C , 32.7 であった。

採集した着生アカモクおよび流れ藻の湿重量と体積を表1に示す。着生アカモクは5月, 6月時点でいずれも全長が 80 cm 未満の個体であった (表1)。

Yoshida et al. (2004) は広島湾とその近傍において秋季に伸長開始し, 春季に成熟するアカモクの個体群と夏季に伸長開始し, 秋季に成熟するアカモクの個体群の存在を確認している。春季に成熟する個体群では, 5月ごろに大きいものでは全長が 10 m にも達する (今村, 2008)。一方で秋季に成熟する個体群では, 4月には藻体は見られず, 7月ごろに全長 $5 \sim 6 \text{ cm}$ の幼体が出現する (奥田, 1987)。このため, 本研究で採集した着生アカモクは春季に成熟する個体群であると考えられるが, 全長は 80 cm 未満と非常に短かった。Yoshida et al. (2001) では山口県屋代島松ヶ鼻において, 3, 4月に最大高になったアカモクはその後, 徐々に全長が短くなることを報告している。アカモクは成熟するとともに枯死が始まり, 藻体の一部もしくは全体が脱落・流出することで流れ藻となる (寺脇, 1993; 新井, 2002)。本研究で採集された短い全長の着生アカモクは, 春季に成熟した個体の藻体先端部が脱落・流出したものであると考えられる。

今回, 採集した流れ藻は体積の約8割以上をアカモクが占めており, ほかにアマモやツルモ *Chorda filum* (Linnaeus) Stackhouse, 1797, 陸上植物の木片などが含まれていた。備讃瀬戸で行われた流れ藻構成種の調査では冬から初夏にかけてアカモク, タマハハキモク, ヒジキが流れ藻の主な構成種になり, そのほかの種はこれらに絡んだ状態で流れ藻になっていると報告されている (山本ほか, 2002)。尾道市因島でも同様の調査が行われており, 備讃瀬戸で確認された種構成, 季節変化の傾向とおおむね同じであった (山岸ほか, 2014; 2016)。また, 山岸ほか (2016) はホンダワラ科以外にアマモ, ツルモが流れ藻に含まれることを報告しており, 本調査で採集された流れ藻も瀬戸内海中央部で見られる流れ藻の構成種や季節性の特徴をよく反映していた。

5月, 6月の着生アカモクからはソコミジンコ目カ

表1 採集した着生アカモクおよび流れ藻の藻体の湿重量 (g) と体積 (cm^3)

着生アカモク					流れ藻				
採集日	株番号	全長 (cm)	湿重量 (g)	体積 (cm^3)	採集日	塊番号	湿重量 (g)	体積 (cm^3)	アカモクが占める体積の割合 (%)
2018年5月15日	1	56	166.8	190	2018年5月10日	1	93.8	99	95.6
	2	42	90.9	118		2	40.1	48	93.8
	3	72.5	317.6	346		3	301	350	79.1
	4	60	461.3	541		4	172.4	1080	98.1
	5	43	166.3	195	2018年6月29日	1	871.6	1098	99.7
2018年6月17日	1	62	252.4	298		2	1071.3	899	95.9
	2	57.5	135	181		3	722	617	99.6
	3	54	122.9	150		4	511	649	98.9
	4	54	65.7	89					
	5	51	344.9	405					

イアシ類, 端脚類 (アゴナゴコエビ属, カマキリヨコエビ属, ワレカラ類), 等脚類 (ヒメミジンミズムシ属, ニホンコツブムシ *Cymodoce japonica* Richardson, 1906), タナイス類, エビ類, ヤドカリ類, 多毛類, ウズムシ類, 腹足類, 魚類が得られ, 藻体 100 cm³ 当たりの動物の密度はそれぞれ 3857.4 ± 1770.1 個体 (N = 5), 1746.8 ± 362.8 個体 (N = 5) であった。一方で, 5月, 6月の流れ藻につく動物群集は着生アカモクとほとんど変わらなかったが, ヒメミジンミズムシ属ミズムシ類, ヤドカリ類, ウズムシ類, 腹足類は確認されず, 代わりにカニ類のメガロパ幼生, イカ類が確認された。5月, 6月の流れ藻における藻体 100 cm³ 当たりの動物の密度は 493.9 ± 452.2 個体 (N = 4), 643.0 ± 309.9 個体 (N = 4) であった (図2)。5月, 6月の着生アカモクと流れ藻の藻体 100 cm³ 当たりの動物の密度には有意な差はみら

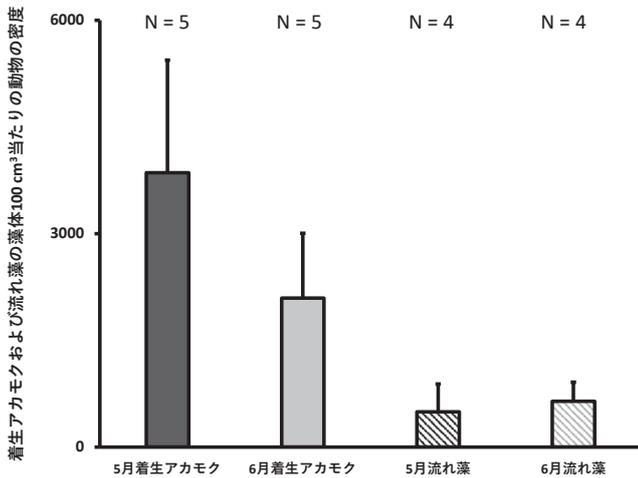


図2 着生アカモクおよび流れ藻の藻体 100 cm³ 当たりの動物の密度。

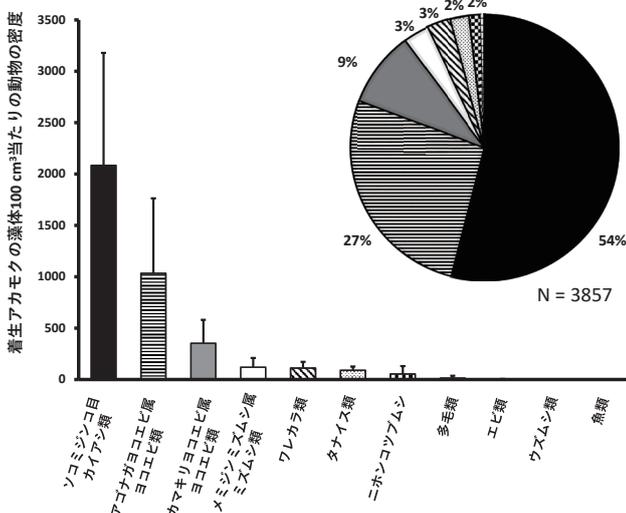


図3 2018年5月に採集した着生アカモクの藻体 100 cm³ 当たりの動物の密度。

れなかった (Steel-Dwass Test, $p > 0.05$)。5月, 6月着生アカモクにつく動物の密度の詳細を見ると, 5月着生アカモクではソコミジンコ目カイアシ類が藻体 100 cm³ 当たり 2083.1 ± 1095.5 個体と全体の 54% を占め, 次いでアゴナゴコエビ属ヨコエビ類が 1032.8 ± 730.3 個体 (24%), カマキリヨコエビ属ヨコエビ類が 353.2 ± 227.1 個体 (9%) となった (図3)。6月の着生アカモクではアゴナゴコエビ属ヨコエビ類が最も多く出現し, 1020.0 ± 514.4 個体 (49%) であった。ソコミジンコ目カイアシ類は 591.3 ± 302.6 個体 (28%), カマキリヨコエビ属ヨコエビ類は 313.2 ± 288.3 個体 (15%) であった (図4)。5月, 6月の着生アカモクともにソコミジンコ目カイアシ類, アゴナゴコエビ属ヨコエビ類, カマキリヨコエビ属ヨコエビ類の3つの分類群で全体の9割を占めていた。Mukai (1971) は尾道市向井島沿岸域にてウスバノコギリモク *Sargassum serratifolium* (C. Agardh) C. Agardh, 1820 における葉上生物相の季節変化を調査しており, 1967年, 1968年の調査期間を通じてソコミジンコ目カイアシ類と端脚類が葉上動物の種構成の50%以上を占める結果を示した。また, 宮城県女川湾で行われた調査でもアカモク上での葉上動物の全個体数密度におけるソコミジンコ目カイアシ類の割合が65~90%と高い値を示した (鈴木ほか, 2015)。鈴木ほか (2015) はソコミジンコ目カイアシ類がアカモク上での動物群集内において優占するひとつの要因として高い繁殖力をあげている。本調査においてもソコミジンコ目カイアシ類は成体のみではなくコペポデイド幼体も同時に多数出現しているため, おそらく藻類上で繁殖していると考えられ, 鈴木ほか

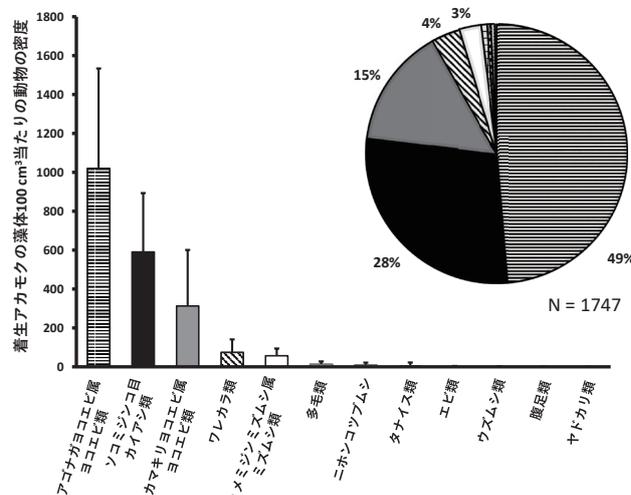


図4 2018年6月に採集した着生アカモクの藻体 100 cm³ 当たりの動物の密度。

(2015) の推定を支持する結果となった。

5月の流れ藻につく動物群集はカマキリヨコエビ属ヨコエビ類が 186.5 ± 235.1 個体 (38%), アゴナガヨコエビ属ヨコエビ類が 93.0 ± 42.6 個体 (19%), ソコミジンコ目カイアシ類が 85.9 ± 44.0 個体 (17%), 多毛類が 56.2 ± 37.5 個体 (11%), ワレカラ類が 40.0 ± 58.8 個体 (8%) であり (図5), 着生アカモクで多く出現した3分類群に加えて多毛類とワレカラ類の割合が増加していた。一方, 6月の流れ藻では動物群集が着生アカモクや5月の流れ藻の場合と著しく変化し, ニホンコツブムシが 376.4 ± 234.5 個体で 59% を占めた。そのほか, ソコミジンコ目カイアシ類が 110.1 ± 38.1 個体 (17%), アゴナガヨコエビ属ヨコエビ類が 77.6 ± 9.1 個体 (12%), カマキリヨコエビ属ヨコエビ類が 44.8 ± 6.6 個体 (7%) と

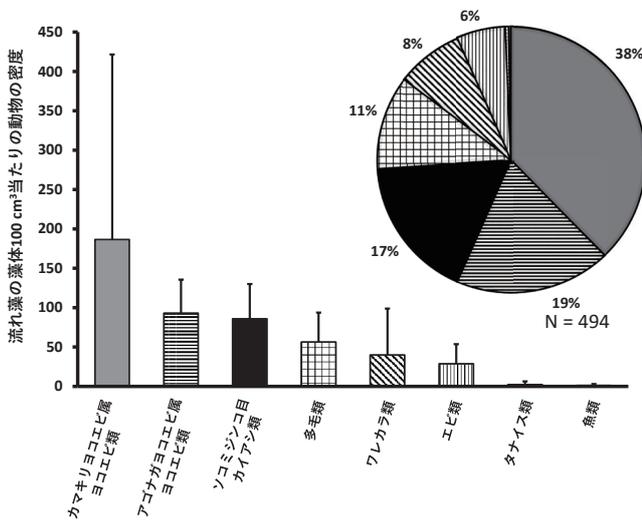


図5 2018年5月に採集した流れ藻の藻体 100 cm³ 当たりの動物の密度。

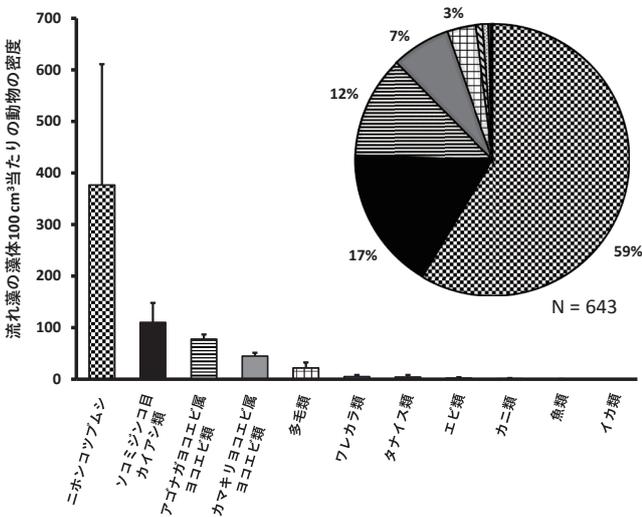


図6 2018年6月に採集した流れ藻の藻体 100 cm³ 当たりの動物の密度。

続いた (図6)。Hornの重複度指数をもとにしたデンドログラムにより, 6月の流れ藻ではほかとは異なる動物群集が形成されていることが明らかとなった (図7)。一般的に大型海藻類が基質から剥離して流れ藻になるとき, 多くの付着動物が海藻を離脱することが知られている (青木, 2004)。このため, 流れ藻で生活する動物群集は着生状態の海藻上の動物群集とは異なり, 流れ藻になった段階で水塊から移入してくると考えられている (Kingsford and Choat, 1985)。しかしながら, すべてが水塊由来とは限らず, Ingólfsson (1995) は沿岸域での着生状態の海藻葉上由来の付着動物や水塊中由来の付着動物が混成して形成されているとしている。青木ほか (2006) は海藻葉上由来の付着動物の生残について, ワレカラ類では流れ藻の経過時間と共に藻場生息種が減少し, 海面付近での波浪に適した形態を持つワレカラ類が流れ藻上に残るとしている。本調査で見られたニホンコツブムシは5月, 6月の着生アカモク上でもわずかながら確認されている (52.9 ± 76.6 個体, 10.0 ± 11.8 個体) (図3, 4)。本種は潮間帯の転石下, 海藻類の隙間から水深約400mまでの海底において生息が確認されている (布村, 1995)。しかし, 本種は遊泳能力が非常に高く (小倉, 1989), 縦 170 × 横 130 × 奥行 135 mm のプラスチック水槽を用いて飼育水を掛け流し循環した飼育条件下では遊泳途中に海藻類を止まり木として利用することが知られている (川崎, 2017)。そのため, 6月の流れ藻を優占したニホンコツブムシが着生アカモク葉上由来であるか, 水塊由来であるかは流れ藻の経験した履歴によるため判別は難しい。ニホンコツブムシは主に肉食性でワレカラ類やヒドロ虫のポリプ, 二枚貝の稚貝を捕食するとされる (吉田ほか, 2004; 川崎, 2017)。しかし, Sano et al. (2003) によると宮城県仙台市沖合のアカモク, タマハハキモク, フシスジモク *Sargassum confusum* C. Agardh,

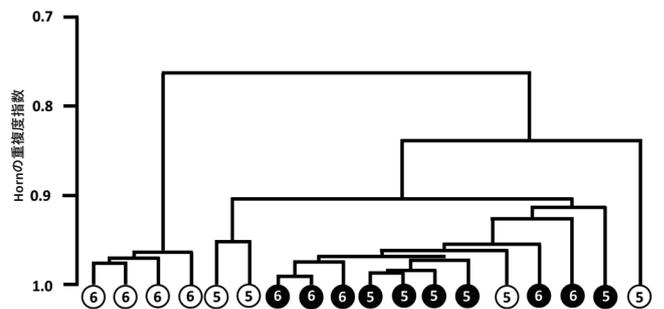


図7 Hornの重複度指数をもとにしたデンドログラム。
●: 着生アカモク; ○: 流れ藻; 数字は採集した月を示す。

1824, ウガノモク *Cystoseira hakodatensis* (Yendo) Fensholt, 1952 からなる流れ藻上から採集されたニホンコツブムシは, これらの流れ藻構成種およびシオミドロ *Ectocarpus siliculosus* (Dillwyn) Lyngbye, 1819, ミツデクロガシラ *Sphacelaria furcigera* Kützing, 1855, 羽状珪藻類を餌として利用していることが明らかとなっている。ホンダワラ類の流れ藻は浮遊状態になってから少なくとも約1ヵ月間は生長, 成熟すると考えられており (三上ほか, 2006), その間は餌としての鮮度を保っていられると思われる。これらのことから, ニホンコツブムシは流れ藻を生息場所として利用しながら, ほかの付着動物を捕食するだけでなく, 流れ藻を直接餌とするなど流れ藻上での生活に適応することで優占種となっていることが考えられる。

本研究では流れ藻, 特に瀬戸内海で主要な構成種となるアカモクにつく動物群集調査を行い, 着生状態と流れ藻間で動物群集の変化が起こることを明らかにした。山岸ほか (2014) によると, 瀬戸内海ではヒジキ, ヨレモク, シダモク, アマモも重要な流れ藻の構成種となる。今後, 各海藻・海草類の状態とそれらにつく動物群集相, 各動物種の成長段階, 性比などを調査することで海藻・海草類を生息場として利用する動物群集の特性がより詳細に明らかになることが期待される。

【謝辞】

査読者には大変貴重なご意見を頂いたので, ここに記して謝辞を述べる。

【引用文献】

- 青木優和 (2004) : 流れ藻葉上動物の生態. 月刊海洋, 36, 469-473.
- 青木優和・田中克彦・小松輝久 (2006) : ワレカラにとっての流れ藻という生息場所. 月刊海洋, 38, 816-822.
- 安部 弘・小松輝久・國分優孝・Alabsi Natheer・Eva A. Rothhäusler・水野紫津葉・宍戸弘敏・鯉坂哲朗 (2015) : 東シナ海における流れ藻上の無脊椎動物相. 月刊海洋, 47, 236-242.
- 新井章吾 (2002) : 藻場. 堀 輝三・大野正夫・堀口健雄編 : 『21世紀初頭の藻学の現況』日本藻類学会, 85-88.
- 池原宏二 (2006) : 日本の流れ藻につく魚類の発育段階別出現種と付随量及び利用の実態. 月刊海洋, 38, 761-772.
- 今田和則・平山 明・野島 哲・菊池泰二 (1981) : ホンダワラ類海藻に付着する端脚類の微細分布. 甲殻類の研究, 11, 124-137.
- 今村賢太郎 (2008) : 『芸南の海藻』(財) 蘭島文化振興財団.
- 奥田武男 (1987) : アカモクにおける雌雄同株個体と秋季の成

熟. 藻類, 35, 221-225.

- 小倉大二郎 (1989) : ウミセミによるホタテガイ付着稚貝食害試験. 青森県水産増殖センター事業報告, 18, 137-141.
- 加藤重記・城内辰亨 (2016) : 瀬戸内海中西部の広島県竹原市周辺における海藻相と季節的消長. 藻類, 64, 1-9.
- 川崎祐介 (2017) : 観音崎産コツブムシ亜目・ヘラムシ亜目等脚目甲殻類5種の飼育事例. Cancer, 26, 77-83.
- 櫻井 泉・金田友紀・中山威尉・福田裕毅・金子友美 (2009) : 北海道石狩沿岸のガラモ場における魚類群集の食性. 日本水産学会誌, 75, 365-375.
- 鈴木由香莉・青木優和・島袋寛盛・堀越彩香・遠藤 光・吾妻行雄 (2015) : ホンダワラ類葉上動物の群集特性についての解析 - 震災後女川湾調査からの検討 -. 月刊海洋, 47, 210-219.
- 千田哲資 (2004) : 流れ藻と魚類資源. 月刊海洋, 36, 438-445.
- 田中次郎・中村庸夫 (2004) : 『日本の海藻 基本284』平凡社.
- 寺脇利信 (1993) : *Sargassum horneri* (Turner) C. Agardh (アカモク). 堀 輝三編 : 『藻類の生活史集成 第2巻 褐藻・紅藻類』内田老鶴園, 160-161.
- 布村 昇 (1995) : 等脚目. 西村三郎編著 : 『原色検索 日本海岸動物図鑑 II』保育社, 205-233.
- 広崎芳次 (1964) : 流れ藻につく魚類の生態学的研究 III - 魚類以外の動物相 -. 資源科学研究所彙報, 62, 63-70.
- 布施慎一郎 (1962) : ガラモ場における動物群集. 生理生態, 11, 23-45.
- 三上温子・小松輝久・青木優和 (2006) : 流れ藻の寿命. 月刊海洋, 38, 570-574.
- 向井 宏 (1976) : ガラモ葉上の貝類について. 貝類学雑誌 Venus : The Japanese Journal of Malacology, 35, 119-133.
- 八谷光介・西垣友和・和田洋蔵・竹野功壘 (2008) : 京都府沿岸のガラモ場における葉上動物群集 (資料). 京都府立海洋センター研究報告, 30, 65-70.
- 山岸幸正・小野天新・金子淳悟・三輪泰彦 (2014) : 広島県因島周辺における流れ藻の構成種. 福山大学内海生物資源研究所報告, 24, 1-7.
- 山岸幸正・吉浦仁啓・吉本康平・三輪泰彦 (2016) : 広島県因島周辺における流れ藻構成種の定量的比較. 福山大学内海生物資源研究所報告, 26, 1-8.
- 山本昌幸・藤原宗弘・山賀賢一・栩野元秀 (2002) : 瀬戸内海中央部における流れ藻の構成種. 水産増殖, 50, 375-376.
- 吉田忠生 (1963) : 流れ藻の分布と移動に関する研究. 東北水産研究報告, 23, 141-186.
- 吉田 達・小坂善信・篠原由香・鹿内満春 (2004) : ウミセミによるホタテガイ稚貝食害対策試験. 青森県水産総合研究センター増養殖研究所事業報告, 34, 239-250.

- Ingólfsson, A. (1995) : Floating clumps of seaweed around Iceland : natural microcosmos and a means of dispersal for shore fauna. *Marine Biology*, 122, 13-21.
- Kingsford, M. J. and Choat, J. H. (1985) : The fauna associated with drift algae captured with a plankton-mesh purse seine net. *Limnology and Oceanography*, 30, 618-630.
- Mukai, H. (1971) : The phytal animals on the thalli of *Sargassum serratifolium* in the *Sargassum* region, with reference to their seasonal fluctuations. *Marine Biology*, 8, 170-182.
- Sano, M., Omori, M. and Taniguchi, K. (2003) : Predator-prey systems of drifting seaweed communities off the Tohoku coast, northern Japan, as determined by feeding habit analysis of phytal animals. *Fisheries Science*, 69, 260-268.
- Yoshida, G., Yoshikawa, K. and Terawaki, T. (2001) : Growth and maturation of two populations of *Sargassum horneri* (Fucales, Phaeophyta) in Hiroshima Bay, the Seto Inland Sea. *Fisheries Science*, 67, 1023-1029.
- Yoshida, G., Murase, N., Arai, S. and Terazaki, T. (2004) : Ecotypic differentiation in maturation seasonality among *Sargassum horneri* (Fucales, Phaeophyta) populations in Hiroshima Bay, Seto Inland Sea, Japan. *Phycologia*, 43, 703-710.
- (2019年8月31日受付)
(2019年12月5日受理)