

若狭湾西部海域で採集された流れ藻の種組成

誌名	京都府立海洋センター研究報告
ISSN	03865290
著者	八谷, 光介 西垣, 友和 道家, 章生 ほか1名,
巻/号	27号
掲載ページ	p. 13-18
発行年月	2005年3月

若狭湾西部海域で採集された流れ藻の種組成

八谷光介, 西垣友和, 道家章生, 和田洋蔵

Species Composition of Drifting Seaweed Collected in Western Wakasa Bay, Japan Sea

Kousuke Yatsuya, Tomokazu Nishigaki, Akio Douke* and Yozo Wada

Drifting seaweed was collected in western Wakasa Bay from April 2003 to April 2004. Sargassaceae species dominated, followed by the seagrass *Zostera marina*. The numbers of species in the collected seaweeds were 2 Chlorophyceae, 24 Phaeophyceae, 2 Rhodophyceae, and 2 Monocotyledoneae. Of the 24 Phaeophyceae species, 21 species belonged to the Sargassaceae. The species identified in the drifting seaweeds are reported to grow in the coastal area of Kyoto Prefecture. Monthly most abundant Sargassaceae species were *Sargassum horneri* in March to July, *S. macrocarpum* in August, *S. ringgoldianum* subsp. *coreanum* in September and October, *S. siliquastrum* in November, and *S. patens* in December to February. *Myagropsis myagroides*, *S. macrocarpum*, *S. patens* and *S. piluliferum* were collected throughout year and most of them were detached from their holdfast. *S. horneri* and *S. ringgoldianum* subsp. *coreanum* were collected only around their maturation period, and many of them carried their holdfast. *S. siliquastrum* and *S. fulvellum* were collected in both their vegetative growth and maturation periods. Most of them carried their holdfast in the growth period while few of them did in the maturation period.

キーワード：流れ藻, ホンダワラ科海藻, 若狭湾, 切断部位

流れ藻とは付着基質から離れて海面を漂う海藻(草)類のことで、気胞を持つホンダワラ科海藻が主体となっている。ホンダワラ藻場が発達する日本列島の暖温帯(大野, 1981)では流れ藻の発生量が多いものと推察される。これまでに、流れ藻の構成種が調査された海域は、九州北岸(吉田, 1963)、山口県外海(河野, 齋藤, 2004)、隠岐島(千田, 1962)、佐渡海峡(池原, 佐野, 1986)、東北地方日本海沿岸(木村ら, 1958)、伊豆半島(Hirata *et al.*, 2001)、豊後水道および土佐湾(大野, 1984)、瀬戸内海(山本ら, 2002)である。

流れ藻を利用する魚類には水産有用種も多く、産卵基質としてサンマ *Cololabis saira*、サヨリ *Hyporhamphus sajori*、トビウオ類 *Exocoetidae* などが利用し(千田, 1965)、幼稚魚の成育場としてブリ *Seriola quinqueradiata*、メジナ *Girella punctata*、メバル類 *Sebastes* spp. などが利用している(千田, 1962, 1965; 池原, 1977)。これらの魚種は若狭湾西部海域においても漁獲対象種となっている。しかし、当海域の流れ藻に関しては、サヨリの産卵基質として利用されていることが報告されているだけで(傍島, 船田, 1988)、流れ藻の種組成やその季節変化については明らかではない。

海底から離れたホンダワラ科海藻のうち浮力を有するものが流れ藻となるが、どれくらいの大きさの個体のどの部位がいつごろ流れ藻となるかについて調べた

例は少ない。ホンダワラ科海藻の流失様式を調べることは、藻場の維持、再生過程を理解するために重要である。著者らは藻場に永久コドラートを設置しホンダワラ科海藻の流失様式について調査しているが(八谷, 2005)、流れ藻の採集からもホンダワラ科海藻の切断部位や流失時期などの情報が得られると考えた。

そこで、本研究では若狭湾西部海域において年間を通じて流れ藻を採集し、その種組成を明らかにし、ホンダワラ科海藻については、流れ藻への出現時期や切断部位と成熟期を関連させて流失様式を検討した。

材料と方法

若狭湾西部海域において2003年4月28日から2004年4月9日まで毎月1回の頻度で流れ藻を採集した(Fig. 1)。2003年4月には京都府立海洋センター所属の海洋調査船「平安丸」(183トン)を、2003年5月から翌年4月までは同栽培漁業指導船「みさき」(17トン)と船外機船を用いた。流れ藻の探索は、栗田半島から冠島のある北東方向へ調査船を走らせ、潮目が見えた時にはそれに沿って移動しながら目視により行った。タモ網または稚魚ネットを用いて流れ藻を採集し、1回あたりの採集量は10 kg以上を目安とした。なお、2004年1月30日にはこの海域での採集量が少なかったために、同海域の東側の海岸近くでも採集した(Fig. 1)。また、2003年4月28日には、経ヶ岬近辺で流れ藻を採集した

* 京都府農林水産部水産課 (Fisheries Division, Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, Kyoto Prefectural Government, Kyoto 602-8570)

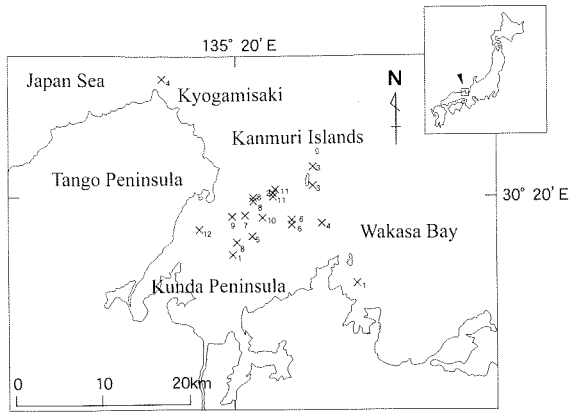


Fig. 1 A map showing collecting sites (X). The number by the cross indicates the month during the study period.

(Fig. 1)。流れ藻採集地点の表層水をバケツで採水し、棒状温度計により水温を測定した。

採集した流れ藻を実験室まで持ち帰り、藻体を切断しないようにしながら種別に分けた。そして、ホンダワラ科海藻については付着器の有無によっても分別した。付着器をつけているものは付着器が基質から剥がれて流失したとみなし、付着器の無いものは主枝が切断されて流失したとみなした。分別された各試料の湿重量を測定し、付着器を有している個体については全長も測定した。

結果

流れ藻採集地点の表層水温は、調査開始の2003年4月28日には14.2℃であり、その後上昇し7月には21.7℃となり、9月には最高水温の26.7℃に達した。9月以降水温は下降し、2004年2月には最低水温の11.7℃を記録した。2月以降には再び水温が上昇した (Fig. 2)。

各月の流れ藻の採集量は6~141 kgであり (Table 1)、調査期間を通じて採集された種数は、緑藻綱2種、褐藻綱24種 (うちホンダワラ科海藻11種)、紅藻綱2種、単子葉植物綱2種、合計30種であった (Table 1)。

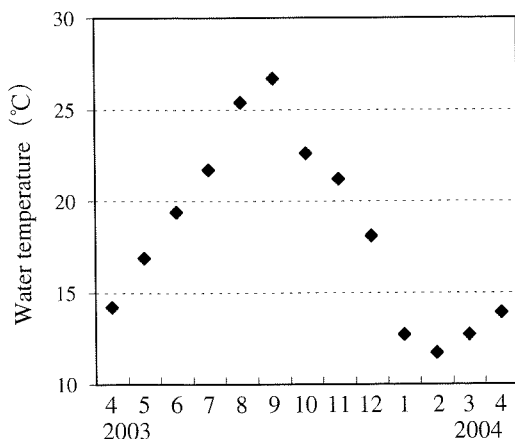


Fig. 2 Water temperature (°C) at the surface of collecting sites from April 2003 to April 2004.

2003年12月にはアマモ *Zostera marina* の重量割合が67.4%を占めたが、それ以外の月ではホンダワラ科海藻が80%以上を占めた。緑藻綱、ホンダワラ科以外の褐藻綱、紅藻綱の重量割合は、各分類群とも年間を通じて1%未満であった (Table 1)。

ホンダワラ科海藻全体に占める重量割合がいずれかの調査時で10%を超えた種は、アカモク *Sargassum horneri*、ノコギリモク *S. macrocarpum*、ヤナギモク *S. ringgoldianum* subsp. *coreanum*、ヨレモク *S. siliquastrum*、ホンダワラ *S. fulvellum*、ジョロモク *Myagropsis myagroides*、ヤツマタモク *S. patens*、マメタワラ *S. piluliferum* の8種であった。これらの8種の重量割合を付着器の有無別に Fig. 3 に示した。2003年7月に採集されたアカモクは、藻体が絡み合っており個体に分別できなかったため付着器の有無は不明としたが、このアカモクの高藻塊には付着器が多数みられた。各月で最も多く採集されたホンダワラ科海藻を列挙すると、4~7月がアカモク (41~92%)、8月がノコギリモク (52%)、9、10月がヤナギモク (29~64%)、11月がヨレモク (49%)、12、1、2月がヤツマタモク (33~60%)、3、4月が再びアカモク (40~69%) であった (Fig. 3)。

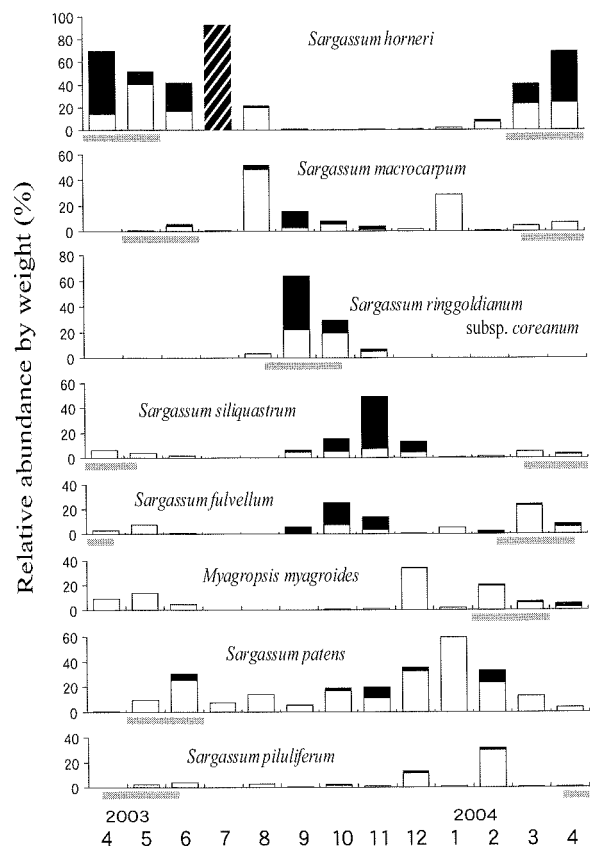


Fig. 3 Relative abundance (by weight) of Sargassaceae drifting seaweed. Closed and open bars indicate the drifting seaweed with holdfast and without holdfast, respectively. *Sargassum horneri* in July could not be examined on their holdfast. The gray horizontal bar indicates the maturation period of each species (Douke, 2004).

Table 1 Total weight (wet weight : kg) and species composition (percentage by weight) of the drifting seaweeds collected in western Wakasa Bay from April 2003 to April 2004

		2003								2004				
		Apr 28	May 6	Jun 6	Jul 8	Aug 4	Sep 4	Oct 9	Nov 6	Dec 4	Jan 30	Feb 25	Mar 17	Apr 9
Total weight (wet weight : kg)		6.2	87.0	63.4	141.4	30.8	27.7	12.5	27.7	16.9	7.8	14.3	27.9	48.9
CHLOROPHYCEAE	Subtotal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
	<i>Enteromorpha</i> sp.				+									0.1
	<i>Chaetomorpha</i> sp.								0.1	+	+			
PHAEOPHYCEAE (Except for Sargassaceae)	Subtotal	0.0	0.0	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	<i>Colpomenia sinuosa</i>			+										
	<i>Scytosiphon lomentaria</i>					+							+	
	<i>Chorda filum</i>	+		0.2	0.3									+
(Sargassaceae)	Subtotal	99.8	100.0	99.0	99.7	82.0	96.4	83.1	92.2	32.5	98.9	99.9	99.8	99.9
	<i>Myagropsis myagroides</i>	9.0	13.5	4.3			0.1	0.3	1.1	11.2	1.6	20.4	7.0	5.4
	<i>Sargassum autumnale</i>					0.6	1.3	0.6						
	<i>S. confusum</i>	9.3	5.5	3.3			0.2	0.2	2.6	0.1	0.1	0.4	4.9	0.7
	<i>S. fulvellum</i>	3.1	7.6	0.3			5.5	21.0	12.7	0.2	5.3	2.2	24.0	7.9
	<i>S. fusiforme</i>												0.1	
	<i>S. hemiphylum</i>	0.5	4.5	7.7	+		0.1	+	0.1	+	0.4	2.0	1.2	0.1
	<i>S. horneri</i>	69.4	51.4	40.9	92.0	17.1	0.5		0.5	0.3	1.7	8.8	40.1	68.8
	<i>S. macrocarpum</i>	0.2	0.8	5.5	0.4	42.5	15.0	6.3	3.7	0.6	28.5	0.7	4.3	6.7
	<i>S. micracanthum</i>	1.1	0.2	0.1						0.1			+	
	<i>S. miyabei</i>			0.1		0.3					+		+	
	<i>S. muticum</i>			0.1										
	<i>S. nigrifolium</i>	0.2	0.1	0.1									+	
	<i>S. patens</i>	0.8	9.3	29.8	7.2	11.6	5.5	15.8	18.0	11.5	59.6	33.0	12.8	5.0
	<i>S. piluliferum</i>	0.2	2.0	4.1	0.1	2.4	0.5	1.8	0.9	4.3	1.1	31.3	0.3	0.8
	<i>S. ringgoldianum</i> subsp. <i>coreanum</i>			+		2.6	61.2	24.0	6.2				+	+
	<i>S. serratifolium</i>						0.5	0.2	1.0				0.1	
	<i>S. siliquastrum</i>	5.9	4.1	1.9			5.8	12.6	45.2	4.3	0.6	1.2	4.9	3.4
	<i>S. thunbergii</i>	+	1.1	0.4	+	4.6	0.3		+				+	+
	<i>S. yendoi</i>			0.1	+	0.4		0.2	0.2		+			1.1
	<i>S. yezoense</i>			0.1	+									
	<i>Sargassum</i> sp.	+			+									
RHODOPHYCEAE	Subtotal	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	<i>Hypnea charoides</i>			+										
	<i>Camphylaephora hypnaeoides</i>			0.5										+
MONOCOTYLEDONEAE	Subtotal	0.2	0.0	0.2	0.0	19.9	3.6	16.9	7.7	67.4	1.1	0.1	0.1	0.0
	<i>Zostera marina</i>			0.2	+	19.9	3.6	16.9	7.7	67.4	1.1	0.1	0.1	+
	<i>Phyllospadix japonica</i>	0.2												

+ :Less than 0.1 %

アカモクは3月から7月までの5ヶ月にわたり最も多く出現し、その期間の水温は12.7~21.7℃であった (Fig. 2)。

ノコギリモク、ヤツマタモク、マメタワラはほぼ一年中出現したが、ヨレモク、ホンダワラは7、8月に、ジョロモクは7~9月に、アカモクは9~12月にほとんど出現しなかった。ヤナギモクは8~11月だけ出現した (Fig. 3)。これらの種の重量割合が高い期間とその期間の付着器の有無は以下ようになった (Fig. 3)。アカモクは3~7月に重量割合が40%を超え、この期間には付着器をつけた流れ藻の割合が21~80%であった。ヤナギモクは9、10月に重量割合がそれぞれ64、29%であり、付着器を有する流れ藻がそれぞれの月で66、34%となった。ヨレモクは10~12月に重量割合が10%を超え、付着器をつけた流れ藻の割合が64~85%となった。ホンダワラは10、11月に重量割合が14、25%となり、付着器をつけた流れ藻の割合が71、77%となった。また、3月にも重量割合が24%となったが、

このとき付着器をつけたものの割合は4%であった。ノコギリモクは、8月と1月に重量割合がそれぞれ52、29%で高かったが、この期間には付着器をつけたものは少なかった (7%以下)。一方、9月には重量割合は16%であったが、付着器をつけた流れ藻の割合が81%となった。ジョロモクは12、2、5月に重量割合が10%を超えたが、このとき付着器をつけたものは少なかった (6%以下)。ヤツマタモクは年間を通じて付着器をつけた流れ藻が少なかった。マメタワラは12、2月に重量割合が10%を超え、このとき付着器をつけたものは少なかった (13%以下)。

付着器をつけていたホンダワラ科海藻の個体数および全長をTable 2に示した。付着器をつけた流れ藻はホンダワラが224個体で最も多く、続いてヨレモク (83個体)、アカモク (73個体) が多かった。付着器をつけた流れ藻の最低全長は、ジョロモク (115 cm) とヤナギモク (62 cm) が長く、ホンダワラ (25 cm)、ヨレモク (29 cm)、ノコギリモク (36 cm) が短かつ

Table 2 Length of drifting seaweed with holdfast

	N	Length (cm)	
		Range	Average
<i>Sargassum fulvellum</i>	224	25 ~ 202	61
<i>S. siliquastrum</i>	83	29 ~ 135	63
<i>S. horneri</i>	73	43 ~ 265	120
<i>S. patens</i>	48	46 ~ 421	119
<i>S. ringgoldianum</i> subsp. <i>coreanum</i>	30	62 ~ 122	91
<i>S. macrocarpum</i>	25	36 ~ 160	71
<i>S. piluliferum</i>	6	45 ~ 180	118
<i>Myagropsis myagroides</i>	5	115 ~ 305	179

N: The number of seaweed with holdfast.

た (Table 2)。また、付着器をつけたヨレモクの茎は、分岐数が0または1回の小型のものが多かった。

考 察

若狭湾西部海域で採集された流れ藻はホンダワラ科海藻が大部分を占め、残りはほとんどがアマモであった。流れ藻の主体となったホンダワラ科海藻の種組成は、春から初夏にはアカモクが多く、夏にはノコギリモク、秋にはヤナギモク、ヨレモク、冬にはヤツマタモクが多くなる傾向があり、この傾向は対馬暖流域の九州北岸 (吉田, 1963) や佐渡海峡 (池原, 佐野, 1986) と一致していた。また、対馬暖流域の流れ藻の種組成を豊後水道や土佐湾 (大野, 1984)、伊豆半島 (Hirata *et al.*, 2001)、瀬戸内海 (山本ら, 2002) と比較すると、アカモクが春から初夏に優占する点だけが一致し、その他の種は異なっていた。

本研究で採集したホンダワラ科海藻は21種で、そのうち20種は京都府沿岸域に生息している種である (道家, 2004)。その他の1種は、同定できなかった *Sargassum* sp. であった。また、ホンダワラ科以外で流れ藻として採集された種も京都府沿岸域で生育していることが確認されている (今野, 中島, 1980)。これらの結果から若狭湾西部海域の流れ藻供給源が近隣の藻場である可能性が高いのではないかと考えられる。しかしながら、上述したように対馬暖流域の流れ藻の種組成は類似しているし、流れ藻の輸送に関しては明らかにされていないので、現時点では流れ藻の起源の特定には至っていない。

ホンダワラ科海藻のなかで流れ藻における重量割合が高い種は、すべて漸深帯に分布しガラモ場を形成する種であった (Yoshida, 1983; 大野, 1984)。一般に、海藻が生育できるだけの光量がある面積は、漸深帯の方が潮間帯や漸深帯上部よりも広い。そのため漸深帯で藻場を構成する種は現存量が多く、流れ藻にも多く出現すると考えられる。ところで、漸深帯の藻場に生育するホンダワラ科海藻は、個体同士が互いに光をめぐる競争関係にあると考えられている (村瀬, 2001)。その様な場所でよりよい光環境を得るためには、主枝を気胞によって直立させ他個体より上部の空間を占める必要がある。このような種は気胞による浮力が大き

く、流れ藻になりやすい性質を備えるのではないかと推察される。特に流れ藻における重量割合が最も高かったアカモクの浮力は、ホンダワラ科海藻の中で特に大きいことが観察されている (八谷, 2005)。

一方、流れ藻における重量割合が低いものは、分布の中心が潮間帯や漸深帯の浅所に限られているアキヨレモク *Sargassum autumnale*、ヒジキ *S. fusiforme*、イソモク *S. hemiphyllum*、トゲモク *S. micracanthum*、ミヤベモク *S. miyabei*、ナラサモ *S. nigrifolium*、ウミトラノオ *S. thunbergii*、エゾネジモク *S. yezoense* (Yoshida, 1983; 今野, 中島, 1980) や、漸深帯に分布する (Yoshida, 1983) もの、京都府沿岸では分布面積が限られているフシスジモク *S. confusum*、タマハハキモク *S. muticum*、ウスバノコギリモク *S. serratifolium*、エンドウモク *S. yendoi* (八谷ら, 未発表) であった。

次に、ホンダワラ科海藻の流れ藻への出現時期や付着器の有無を成熟期と関連させまとめ、流れ藻となる様子を以下のように3つに分け、生活史や付着器の形態と関連させて検討する。ホンダワラ科海藻の流れ藻への重量割合とともに、京都府沿岸における成熟期 (道家, 2004) を Fig. 3 に示した。

第1のグループは、成熟期に限らず年間を通じて出現し、付着器の無い流れ藻の重量割合が高かった、多年生海藻のノコギリモク、ジョロモク、ヤツマタモク、マメタワラである (Fig. 3)。ノコギリモクは9月に付着器をつけた流れ藻の割合が高かったが、それ以外の月の傾向からこのグループに入れた。これらの種は円錐状か盤状の付着器を持つ多年生種であり (吉田, 1998)、主枝は毎年生えかわるが付着器と茎が越年する (梅崎, 1985) ので、付着器をつけた流れ藻の割合が低くなると考えられる。また、これらの種では、成熟した主枝が流失した時点ですでに茎から新しい主枝が形成されており (梅崎, 1985)、これらの主枝が比較的短期間のうちに伸長し、それが切断されて流れ藻になると考えられる。このような理由で、これらの種では成熟期に限らずほぼ年間を通じて流れ藻が出現し、それらは付着器をつけたものが少ないのではないかと推察される。

第2のグループは、流れ藻への出現が成熟期とその前後に限定され付着器をつけた流れ藻が多かった、1年生のアカモクと多年生のヤナギモクである (Fig. 3)。1年生海藻のアカモクは付着器や茎が越年しないため、付着器ごと流失し流れ藻となるものが多いと考えられる。若狭湾の支湾である小浜湾では、アカモクの全長は、12月には波あたりが強いところでは19 cm、波あたりが弱いところでも49 cmであったと報告されている (Umezaki, 1984)。また、本調査ではアカモクは9~12月にほとんど採集されず、採集されたものはすべて全長43 cm以上であった。これらの観察結果から、アカモクの場合12月ごろまでは主枝の伸長や気胞の形

成があまり進んでおらず流れ藻になることは少なく、それ以後には藻体が伸長して流れ藻に多く出現したと推察される。

アカモクは流れ藻の中で最頻種となった期間が最も長かった。京都府沿岸ではアカモクは水温10~18°Cで成熟し(道家ら, 1995), 他のホンダワラ科海藻より成熟期が長いと報告されている(道家, 2004)。更に, 本調査では成熟期終了から3ヶ月間継続して流れ藻から多く採集された。アカモクの成熟期は同じ海域でも生育水深によって変化すると推察されており(道家ら, 1995), このことが流れ藻への出現期間を長期化させている可能性があるため、今後さまざまな海域で水深別にアカモクの成熟期を調べていきたい。

ヤナギモクは多年生であるが、付着器をつけた流れ藻の割合が高くその出現は成熟期に限定されていた。ヤナギモクは他種と比べて主枝が太いので(Yoshida, 1983), 成熟前には主枝が切断されることがほとんど無く、生殖器床が形成され波浪から受ける力がある限界を越えると付着器から剥ぎ取られて流れ藻になるのではないかと推察される。しかし、成熟後には主枝が茎から脱落するので(Umezaki, 1986), これが浮上すれば付着器の無い流れ藻となるが、本調査ではその割合は少なかった。ヤナギモクの流れ藻の最小の全長が62 cmで他種より長かったのは、本種がホンダワラ科海藻の中で比較的大型の付着器や茎を持つので(Yoshida, 1983), 固着力が強く未成熟な小型個体は流失しにくかったり、大型の藻体でないと浮力が得られなかったりするためではないかと考えられる。

第3のグループは、生長期である秋季には付着器をつけたものが多く、成熟期である春に付着器の無い流れ藻が多かった、多年生のヨレモクと1(2)年生のホンダワラ(吉田, 1985; 道家, 2003)であった(Fig. 3)。これらの種の流れ藻からは付着器をつけた個体が多く採集され、流れ藻の最小の全長が25~29 cmであり、他種と比べて小さい個体が流失している。また、秋季に多く出現したヨレモクは、茎分岐数が少ないことから若齢個体であると考えられる(Umezaki, 1985)。日本海沿岸では秋季に北西季節風が強くなり波浪が激しくなりはじめる。この時期に、ホンダワラ(道家, 2003)やヨレモク(Nanba and Okuda, 1993; 八谷, 2005)は主枝を伸長させるため、波浪が藻体を剥ぎ取る力が増すと予想される。このときに、主枝が切断されずに付着器が基質から剥がれれば、付着器をつけた流れ藻となる。ホンダワラの付着器は仮盤状であり、ヤツマタモクの盤状根やノコギリモクの円錐状根よりも固着力が弱いと考えられている(吉田, 1985)。ヨレモクの付着器は円錐状根(Yoshida, 1983)であるが、若齢のうちは固着力があまり強くないのかもしれない。

ホンダワラは1年生で成熟後に藻体全体が流失し付

着器や茎を残さないと考えられてきたが、成熟後に茎から新主枝を形成していることから、越年しているかもしれないと指摘されている(Yoshida, 1983)。本調査の結果では成熟期に付着器をつけた流れ藻が少なかったため、ホンダワラが付着器や茎を残す多年生かどうか、海中での観察などにより確かめる必要がある。

文 献

- 道家章生, 宗清正廣, 辻 秀二, 井谷匡志. 1995. 京都府の海藻-III 若狭湾西部海域におけるホンダワラ類の成熟期. 京都海洋七研報, **18**: 28-33.
- 道家章生. 2003. ホンダワラ養殖技術開発について. 日水研連絡ニュース, (**402**): 7-9.
- 道家章生. 2004. 京都府沿岸域に分布するホンダワラ科海藻の成熟期. 京都海洋七研報, **26**: 58-60.
- Hirata T., Tanaka J., Iwami T., Ohmi T., Dazai A., Aoki M., Ueda H., Tsuchiya Y., Sato T., Yokohama Y. 2001. Ecological studies on the community of drifting seaweeds in the south-eastern coastal waters of Izu Peninsula, central Japan I. Seasonal changes of plants in species composition, appearance, number of species and size. *Phycol. Res.*, **49**: 215-229.
- 池原宏二. 1977. 佐渡海峡水域の流れ藻に付随する魚卵, 稚魚. 日水研報告, **28**: 17-28.
- 池原宏二, 佐野 修. 1986. 佐渡海峡における流れ藻の出現種と分布. 日水研報告, **36**: 59-75.
- 河野光久, 齋藤秀郎. 2004. 山口県日本海沿岸域に出現する春季の流れ藻とそれに付随する稚魚. 山口県水研七研報, **2**: 95-99.
- 木村喜之助, 堀田秀之, 福島信一, 小達 繁, 福原章, 内藤政治. 1958. 流れ藻調査から得られたサンマの産卵に関する知見. 東北水研報, **12**: 28-45.
- 今野敏徳, 中島泰. 1980. 丹後半島五色浜周辺(京都府網野町海中公園地区候補地)の海藻植生について. 海中公園センター調査報告, **69**: 23-52.
- 村瀬 昇. 2001. 褐藻ノコギリモク *Sargassum macrocarpum* C. Agardhの生態学的研究. 水産大研報, **49**: 131-212.
- 大野正夫. 1981. ガラモ場内の環境. 「藻場・海中林」(日本水産学会編). 75-92. 恒星社厚生閣, 東京.
- 大野正夫. 1984. 土佐湾沖の流れ藻の藻類学的研究. 日水誌, **50**: 1653-1656.
- 千田哲資. 1962. 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, **10**: 68-78.
- 千田哲資. 1965. 「流れ藻の水産的効用, 水産研究叢

- 書13], 55p. 日本水産資源保護協会, 東京.
- 傍島直樹, 船田秀之助. 1988. 若狭湾西部海域におけるサヨリの漁業生物学的研究 - I 産卵生態. 京都海洋セ研報, **11**: 51-60.
- Nanba N., Okuda T. 1993. Growth of main branches of *Sargassum siliquastrum* at Tsuyazaki, Japan. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **59**: 1675-1678.
- Umezaki I. 1984. Ecological studies of *Sargassum horneri* (Turner) C. Agardh in Obama Bay, Japan Sea. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **50**: 1193-1200.
- Umezaki I. 1985. Growth of the stem in *Sargassum ringgoldianum* Harv. subsp. *coreanum* (J. Ag.) Yoshida in Obama Bay, Japan Sea. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **51**: 1441-1445.
- 梅崎 勇. 1985. ホンダワラ群落の周年変化. 月刊海洋科学, **17**: 32-37.
- Umezaki I. 1986. Growth of the primary laterals in *Sargassum ringgoldianum* Harv. subsp. *coreanum* (J. Ag.) Yoshida in Obama Bay, Japan Sea. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **52**: 957-963.
- 山本昌幸, 藤原宗弘, 山賀賢一, 棚野元秀. 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.
- 八谷光介. 2005. ホンダワラ藻場の生産・流失過程に関する研究. 博士論文, 京都大学, 京都.
- 吉田忠生. 1963. 流れ藻の分布と移動に関する研究. 東北水研報, **23**: 141-186.
- Yoshida T. 1983. Japanese species of *Sargassum* subgenus *Bactrophycus* (Phaeophyta, Fucales). *J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. ser. V (Bot.)*, **13**: 99-246.
- 吉田忠生. 1985. ホンダワラ類の分類と分布 (5), Teretia節の種類 - 2. 海洋と生物, **38**: 200-203.
- 吉田忠生. 1998. 「新日本海藻誌」. 1222pp. 内田老鶴圃, 東京.